



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PAULA JOYCE DELMIRO DE OLIVEIRA LIMA

**RESÍDUO DESIDRATADO DE CERVEJARIA NA RAÇÃO DE COELHOS EM
CRESCIMENTO**

FORTALEZA

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**RESÍDUO DESIDRATADO DE CERVEJARIA NA RAÇÃO DE COELHOS EM
CRESCIMENTO**

PAULA JOYCE DELMIRO DE OLIVEIRA LIMA
Zootecnista

FORTALEZA

2016

PAULA JOYCE DELMIRO DE OLIVEIRA LIMA

**RESÍDUO DESIDRATADO DE CERVEJARIA NA RAÇÃO DE COELHOS EM
CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição animal e forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L71r Lima, Paula Joyce Delmiro de Oliveira.
Residuo desidratado de cervejaria na ração de coelhos em crescimento / Paula Joyce Delmiro de Oliveira Lima. – 2016.
52 f.: il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias Departamento de Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2016.
Área de Concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.
Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.
1. Alimentos alternativos. 2. Cevada. 3. Coelho. I. Título.

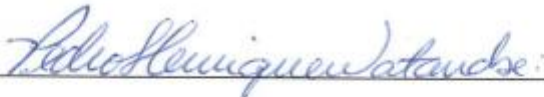
PAULA JOYCE DELMIRO DE OLIVEIRA LIMA

**RESÍDUO DESIDRATADO DE CERVEJARIA NA RAÇÃO DE COELHOS EM
CRESCIMENTO**

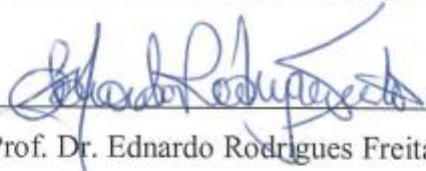
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição animal e forragicultura.

Aprovada em:

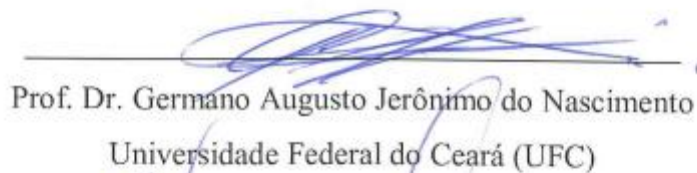
BANCA EXAMINADORA



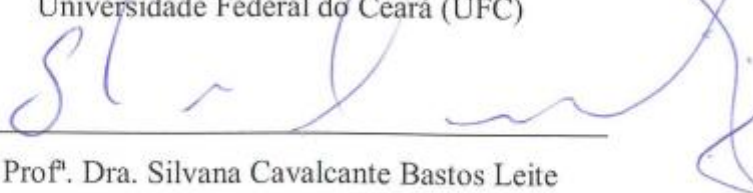
Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Profª. Dra. Silvana Cavalcante Bastos Leite
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UEVA)

“Aos meus pais, José Adail e Conceição, por
toda colaboração, força e amor.”

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Deus, criador do céu e da terra, pelo fôlego de vida, por todos Seus benefícios feitos para comigo, por me ajudar durante toda minha trajetória, me dando força e proteção divina.

Aos meus pais, José Adail Menezes de Oliveira e Maria Conceição Delmiro de Oliveira, por todos os ensinamentos, o apoio, carinho, compreensão, amor, por sempre estarem ao meu lado me auxiliando em tudo que precisei.

Ao meu irmão, Magno Delmiro por toda colaboração e empenho na obtenção do resíduo para realização do meu trabalho, por todo amor e companheirismo.

Ao meu esposo, Wellington Rodrigues, pelo seu apoio, dedicação, companheirismo e a tudo que ele sempre fez me ajudando em diversos momentos.

A todos os meus familiares, pelos maravilhosos momentos partilhados, pela compreensão em virtude da minha ausência por muitas vezes, por todo carinho e amor.

Ao professor e orientador, Dr. Pedro Henrique Watanabe, por toda sua paciência, pelos seus ensinamentos, pela sua compreensão em todos os momentos, pelo companheirismo e pela oportunidade maravilhosa de ser sua orientada.

Ao professor, Dr. Ednardo Rodrigues Freitas, por toda colaboração e ensinamentos passados durante a execução do meu experimento.

A professora Maria Elizimar Felizardo Guerreiro, pela colaboração na concessão da estrutura e animais utilizados para a realização da pesquisa, sem as quais não teria conseguido.

A empresa Ambev, pela doação de parte do resíduo de cervejaria, ingrediente necessário para a realização deste experimento.

Ao Sr. André Siqueira, proprietário da empresa Agromix rações, por disponibilizar seus funcionários e maquinário para confecção dos pellets das rações experimentais.

As companheiras de mestrado, Daiane Rodrigues, Camila Gomes, Rayssa Cândido, Germana Aguiar e Carol Ferreira, pelos momentos maravilhosos vividos dentro e fora da universidade, por toda colaboração e companheirismo, que tornaram essa caminhada mais fácil e agradável.

Aos alunos de graduação que participaram da condução desse trabalho, no início e no decorrer, Jander Fabrício, Juliana Mendes e Lucas Lima, por toda ajuda, em especial

Andreza Vasconcelos e Bárbara Brasileiro pelos momentos de trabalho intenso no campo e no laboratório, e também de diversão que jamais serão esquecidos.

Aos funcionários do Setor de Cunicultura da UFC, Airton Moreno e Yuri pela colaboração nas atividades relacionadas ao experimento e pela amizade verdadeira.

A Coordenação do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade concedida e apoio durante a realização do mestrado. E também, a todos os professores que contribuíram com o meu engrandecimento profissional e acadêmico.

Ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, pela realização das análises químicas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigada.

“Para nós os grandes homens não são aqueles que resolveram os problemas, mas aqueles que os descobriram”.

(Albert Schweitzer)

RESUMO

Foram realizados dois ensaios, sendo o primeiro para determinar a composição química e a energia digestível do resíduo desidratado de cervejaria (RDC) e o segundo para avaliar o efeito da inclusão deste ingrediente na dieta de coelhos em crescimento sobre o desempenho, características da carcaça, qualidade da carne e viabilidade econômica. Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados 28 coelhos machos com 50 dias de idade e peso inicial de $1,400 \pm 0,100$ kg, distribuídos no delineamento em blocos ao acaso, com dois tratamentos e quatorze repetições, utilizando método de coleta total de fezes. Os tratamentos foram: ração referência (RR) e ração teste (RT) composta por 60% da ração referência e 40% de resíduo desidratado de cervejaria. O resíduo desidratado de cervejaria apresentou 90,43% de matéria seca, 37,94% de proteína bruta, 51,72% de fibra em detergente neutro, 22,08% de fibra em detergente ácido, 8,06% de extrato etéreo, 5,30% de matéria mineral e 3371,24 kcal de energia digestível/kg. Para o ensaio de desempenho foram utilizados 80 coelhos (40 machos e 40 fêmeas) oriundos do cruzamento das raças Nova Zelândia Branco x Califórnia, no período de 40 a 90 dias de idade, distribuídos no delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 5x2, considerando cinco níveis de inclusão do RDC (0, 7, 14, 21 e 28%) e o sexo (macho e fêmea), com quatro repetições de dois animais. Não houve efeito dos tratamentos sobre o desempenho dos coelhos, no entanto, observou-se que o peso de carcaça decresceu linearmente enquanto o peso do pâncreas aumentou, em função do maior nível de inclusão do RDC. O peso do fígado dos animais alimentados com rações contendo RDC acima de 14% foi menor em relação aos animais que receberam ração sem este ingrediente. Não houve efeito dos tratamentos sobre a relação carne/osso e características qualitativas da carne avaliadas. Em função do menor valor de custo com alimentação bem como dos melhores índices de eficiência econômica e de custo, o RDC pode ser incluído em até 28% em rações para coelhos em crescimento.

Palavras-chave: alimento alternativo, cevada, cunicultura.

ABSTRACT

Two experiments were conducted, the first to determine the chemical and digestible energy of dried brewers grain (DBG) and the second to evaluate the effect of the inclusion of this ingredient in the feeding of growing rabbits on performance, carcass characteristics, meat quality and economic viability. For the digestibility assay a total of 28 males rabbits were used, White New Zealand x California, with 50 days of age with an initial weight of 1.400 ± 0.100 kg, distributed on a completely randomized block design, with two treatments and fourteen replications, using the total of feces method. The treatments were: basal diet (BD) and ration test (RT) comprised 60% of basal diet and 40% dried brewers grain. The dried brewers grain showed 90.43% of dry matter, 37.94% of crude protein, 51.72% of neutral detergent fiber, 22.08% of acid detergent fiber, 8.06% of ether extract, 5.30% of mineral matters and 3371.24 kcal of digestible energy/kg. To test the performance, a total of eighty rabbits (40 males and 40 females), White New Zealand x California, in the period from 40 to 90 days of age, allocated in a completely randomized block design in a 5x2 factorial arrangement, considering five levels of inclusion of the DBG (0, 7, 14, 21 e 28%), and sex (male and female), with four replicates of two animals. No effects were observed on the performance, however, it was observed that the carcass weight decreased linearly, while the pâncreas weight increased, due to the higher level of inclusion of the DBG. The weight of the liver of animals fed with DBG over 14% was lower than in animals that received feed without this ingredient. There was no effect of treatments on quality characteristics of meat rabbits. No effects were observed on relation meat/bone and qualitative meat characteristics. Considering the lower cost value of feed and better economic efficiency and cost indexes, the DBG may be included up to 28% in growing rabbits diets.

Keywords: foods alternative, barley, production rabbits.

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO II**

Tabela 1 – Composição percentual e química da ração referência.....	37
Tabela 2 – Composição e níveis nutricionais das rações experimentais para coelhos em crescimento.....	40
Tabela 3 – Custo dos ingredientes utilizados para compor as rações experimentais dos coelhos	42
Tabela 4 – Composição química, coeficiente de digestibilidade e nutrientes e energia digestíveis do resíduo desidratado de cervejaria.	43
Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes determinados em coelhos na fase de crescimento.....	45
Tabela 6 – Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com os diferentes níveis do resíduo desidratado de cervejaria	46
Tabela 7 – Peso de carcaça, rendimento de carcaça e peso relativo do fígado, pâncreas, estômago, intestino delgado, intestino grosso e gordura visceral de coelhos em crescimento submetidos a diferentes níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria	47
Tabela 8 – Relação carne/osso, capacidade de retenção de água, perda por cocção, força de cisalhamento, pH e componentes da cor (L*, a* e b*) da carne de coelhos em crescimento submetidos a diferentes níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria	49
Tabela 9 – Custo com alimentação, receita líquida, custo médio, índice de custo e índice de eficiência econômica de coelhos em crescimento submetidos a diferentes níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria.....	50

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	X
ABSTRACT	XI
LISTA DE TABELAS	XII
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
CAPÍTULO I - Revisão de literatura	16
1. Nutrição de coelhos	17
2. Alimentos alternativos para coelhos	20
3. Resíduo desidratado de cervejaria	22
REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO II - Resíduo desidratado de cervejaria na ração de coelhos em crescimento.....	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os resíduos gerados nos processos agroindustriais representam perdas econômicas no processo produtivo e, se não receberem destinação adequada, podem proporcionar problemas ambientais em razão da sua carga poluidora. A maior parte desses resíduos, quando são indevidamente descartados, resulta em elevado impacto ambiental, poluindo áreas urbanas e rurais (NAIME & GARCIA, 2004).

Uma das possíveis aplicações dos resíduos é a utilização destes na alimentação animal. A agroindústria produz uma grande quantidade de resíduos, os quais apresentam um grande potencial nutricional como alimentos para animais (HERRERA, 2003), cuja utilização depende, entre vários fatores, da disponibilidade desse material, dos níveis empregados, da segurança de utilização, dos custos e do valor nutricional (MEJÍA, 1999).

Dentre os resíduos gerados na agroindústria, que vêm sendo utilizados na alimentação animal, destacam-se aqueles oriundos da indústria de produção de bebidas, como o resíduo de cervejaria, não havendo sazonalidade ao longo do ano. O Brasil tem uma produção anual de 14 bilhões de litros de cerveja, ocupando o terceiro lugar no ranking mundial (CERVBRASIL, 2015). O resíduo de cervejaria resulta do processamento de maltagem e brassagem dos grãos de cevada para produção de cerveja, e é composto pela fração sólida residual e menos solúvel, formado basicamente pelas camadas que formavam a casca do grão da cevada e outros aditivos utilizados (MCDONALD *et al.*, 2002).

De acordo com Fischer (1996), para cada 100 kg de malte de cevada utilizados para elaboração da cerveja, obtém-se de 110 a 120 kg de resíduo úmido de cervejaria, com potencial uso na alimentação animal em virtude da sua composição química e energética. Embora seja um resíduo com elevado teor de umidade (20% de matéria seca), o resíduo de cervejaria, com base na matéria seca, apresenta em média 26% de proteína bruta e seu teor em fibras (24% de fibra em detergente ácido) possibilita o uso na alimentação de coelhos (NRC, 1998).

Na literatura são encontrados alguns trabalhos que demonstram a viabilidade do uso de resíduo de cervejaria na alimentação animal, principalmente para animais ruminantes. No entanto, considerando o teor de umidade presente, observa-se que o processo de desidratação deste resíduo permite uma maior aplicação na formulação de dietas para outras espécies, como os coelhos. Além disso, considerando a composição em fibras e a exigência dos coelhos em relação aos carboidratos fibrosos na ração, verifica-se que o resíduo

desidratado de cervejaria pode ser utilizado na dieta de coelhos (FERREIRA *et al.*, 2008; VIEIRA, 2009).

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

1. Nutrição de coelhos

Embora ainda pouco explorada no Brasil, a cunicultura pode ser considerada uma atividade vantajosa, principalmente para os pequenos produtores, pois o coelho é altamente prolífero e apresenta maturidade sexual precoce, além de atender ao mercado consumidor quanto à demanda por carne com reduzidos teores de gordura e colesterol (XICCATO *et al.*, 1999). Contudo, os maiores custos desta atividade ainda são a alimentação dos animais, podendo representar mais de 70% do custo de produção (MACHADO *et al.*, 2007).

Dentre as fases produtivas, a fase de crescimento dos coelhos é considerada a mais representativa quanto aos custos de produção, por compreender em mais de 60% do tamanho do rebanho de uma granja cunícula. Além disso, devido ao seu potencial de crescimento, os animais nessa fase apresentam elevada exigência nutricional e energética, o que resulta no uso de ingredientes de maior custo.

De acordo com Ferreira *et al.* (2006), de uma forma geral, as recomendações internacionais para formulação de rações para esses animais, quando na fase de crescimento, são de 2500 kcal de energia digestível (ED)/kg de ração com 90% de matéria seca (MS). Valores mais elevados foram observados em pesquisas nacionais, sendo que, para as recomendações brasileiras, os estudos apontam para o valor de 2600 kcal ED/kg de ração. Para regulação mínima do consumo, a quantidade de ED da ração deve ser superior a 2200 kcal ED/kg de MS e estar balanceada com os demais nutrientes.

Quanto ao nível proteico, as recomendações internacionais de proteína bruta (PB) na ração, para animais em crescimento, são de 14,5 a 16,2% ou de 10,2 a 11,3% de proteína digestível (PD), considerando uma dieta com 90% de MS, embora em pesquisas brasileiras valores entre 16 e 18% tenham sido indicados por FERREIRA *et al.* (2006). Já para os valores aminoacídicos, as pesquisas ainda estão limitadas a poucos aminoácidos, sendo observadas recomendações de 0,75% para lisina, 0,54% para metionina + cistina e 0,64% para treonina na literatura internacional (DE BLAS e WISEMAN, 2010). Experimentos nacionais propõem valores de 0,70 a 0,76% de lisina na dieta e de 0,46 a 0,60% de metionina+cistina. Além disso, como resultado da síntese microbiana, o conteúdo em aminoácidos totais e essenciais é superior ao fornecido, normalmente, na dieta. Visto que grande parte destes aminoácidos

podem ser reaproveitados pelos coelhos, através da cecotrofia, esta suplementação equivale a 13,8 gramas de proteína bruta por kg/PV/dia.

Em relação ao cálcio, os coelhos apresentam uma exigência de 0,50% para este mineral (FERREIRA *et al.*, 2006), enquanto para o fósforo total, recomenda-se 0,36% na ração, considerando a possibilidade de utilização do valor total em virtude do aproveitamento do fósforo fítico dos alimentos de origem vegetal devido ao processo de cecotrofia (MACHADO *et al.*, 2011).

Em função da fisiologia digestiva do coelho, deve-se dar devida importância à relação entre fibra e amido na dieta, visto que o fluxo excessivo de amido indigerido para o ceco-cólon propicia alterações significativas no padrão fermentativo e no equilíbrio osmótico, além de prevalência de bactérias patogênicas subdominantes, causando diarreias e enterotoxemias fatais em coelhos (ARRUDA *et al.*, 2000). O valor preconizado, por De Blas e Wiseman (2010), para teor de amido da dieta de coelhos em crescimento é de 14 a 16%.

Observa-se que devido à necessidade fisiológica de fibra dietética para os coelhos, além do milho e do farelo de soja, há necessidade de inclusão de fontes de fibras, sendo comumente empregadas gramíneas e leguminosas na forma de feno, além do farelo de trigo. Nesse contexto, nas últimas décadas foram observados aumentos substanciais no campo da nutrição animal, através de estudos e descobertas de fontes alternativas de alimentação de coelhos, utilizando subprodutos agroindustriais que, de modo geral, apresentam altos valores de fibra bruta (SCAPINELLO *et al.*, 1999; PEREIRA, 2003; MARCATO *et al.*, 2003; LUI *et al.*, 2008).

De acordo com Hoover e Heitmann (1972), o conteúdo de fibra bruta da dieta de coelhos não deve ser inferior a 8%, visto que quantidades inferiores reduzem o peristaltismo intestinal, provocando diarreias. Posteriormente, Cheeke e Patton (1980) relataram que teores elevados de fibra na dieta reduziram a incidência de enterotoxemia e combateram enterites em coelhos, sendo que os teores recomendados estariam entre 15 e 20% de fibra bruta. Já Boriello e Carman (1983) demonstraram que o conteúdo de fibra da dieta estaria diretamente relacionado a problemas digestivos no coelho e, para conseguir desempenho satisfatório dos animais, sem risco de diarreias, as dietas deviam conter de 13 a 14% de fibra bruta, corroborando com De BLAS *et al.* (1985), que demonstraram que a fibra é necessária para facilitar o trabalho mecânico no trato digestório e que os coelhos devem receber entre 12 e 17% de fibra bruta em sua dieta.

Em virtude dos erros de determinação decorrentes da análise de fibra bruta, atualmente considera-se, para o aporte de fibra, o conteúdo de fibra em detergente ácido (FDA) das dietas, uma vez que este representa a fração mais indigestível da fibra, sendo constituída principalmente por celulose e lignina, sendo preconizado em torno de 17% de FDA na dieta de coelhos em crescimento (FERREIRA *et al.*, 2006).

Nesse sentido, a cecotrofia é influenciada pela quantidade de fibra na dieta, pois quando os coelhos são alimentados com dietas contendo baixos níveis de fibra, o processo é reduzido pela hipomotilidade do intestino grosso, resultando em prolongado tempo de retenção e fermentação do material no ceco, estando diretamente associado à incidência de distúrbios digestivos (DE BLAS *et al.*, 1986; PEREZ *et al.*, 1994).

Por outro lado, o conteúdo elevado de fibra tem efeito negativo sobre a digestibilidade da energia bruta (EB), em virtude do menor conteúdo de energia em relação a outros componentes da dieta (DE BLAS *et al.*, 1999). Além disso, o aumento do nível de fibra na dieta resulta em uma diminuição da digestibilidade de vários nutrientes, existindo uma forte correlação negativa entre fibra e digestibilidade da matéria orgânica, proteína, carboidratos solúveis e extrato etéreo. A característica de solubilidade da fibra também pode estar relacionada ao menor aproveitamento dos alimentos, visto que a fibra solúvel apresenta maior capacidade de absorção de água e aumenta a viscosidade do conteúdo intestinal, resultando em menor digestibilidade dos nutrientes. Nesse sentido, alguns ingredientes apresentam maior proporção de fibra solúvel em sua composição, como os beta-glucanos na cevada e aveia, e arabinosilanos no trigo, centeio e farelo de arroz (CONTE *et al.*, 2003).

Ainda assim, é fundamental um teor mínimo de fibra na alimentação destes animais para permitir um normal processo digestivo e controlar as perturbações digestivas que se manifestam geralmente por diarreia, particularmente no período pós-desmame (LAPLACE, 1978; FALCÃO e CUNHA, 2000), visto que estas patologias são responsáveis por cerca de 60% do total de mortalidade na fase de crescimento (WHITNEY *et al.*, 1976), além de reduções importantes na digestibilidade dos nutrientes e, por consequência, no crescimento dos animais, que apresentam subdesenvolvimento (CARABAÑO *et al.*, 2002).

A presença dos componentes da parede celular vegetal no trato gastrointestinal, dispondo-se como substrato para a fermentação microbiana, implica um relevante papel nutricional, já que o complexo ecossistema simbiótico em animais não ruminantes inclui colônias anaeróbicas distribuídas em mais de 400 espécies de bactérias. Assim, a atividade bacteriana no ceco-cólon dos coelhos reside sobre o substrato que escapou da atividade ácida

no estômago e enzimática no intestino delgado, aliado a produtos da secreção endógena como enzimas, mucopolissacarídeos e células oriundas do processo de descamação da mucosa intestinal (FERREIRA, 1994).

Quanto à degradabilidade dos componentes fibrosos, assim como dos resíduos não digeridos que escapam do processo digestivo enzimático, resultam na produção de CO₂, hidrogênio, metano e ácidos graxos voláteis de cadeia curta (AGV). Em coelhos, as proporções molares dos AGV se mantêm em torno de 60 a 70% de ácido acético, 10 a 15% de ácido propiônico e 15 a 20% de ácido butírico, com traços de ácido valérico e isovalérico. Todos os AGV podem ser absorvidos pela mucosa, mas o ácido acético pode ser detectado em maiores quantidades na circulação sistêmica. O ácido butírico parece ser metabolizado como fonte de energia pelas células da mucosa e absorvido pelo sistema porta; e o ácido propiônico absorvido é metabolizado no fígado (CHEEKE, 1987; DE BLAS, 1989).

Os AGV são utilizados como fonte de energia, porém com uma eficiência menor do que a glicose, de forma que estes AGV podem suprir de 5 a 30% das necessidades energéticas de manutenção, sendo que em coelhos, este valor pode chegar a aproximadamente 40% do consumo de energia digestível destinado à manutenção do animal. A fermentabilidade dos polissacarídeos estruturais apresenta-se altamente relacionada à natureza físico-química da fibra, à quantidade presente na dieta, à forma física e ao grau de moagem do alimento fibroso, sempre associada ao estado fisiológico do animal (SANTOMÁ *et al.*, 1993).

Dessa forma, diante da importância fisiológica da fibra para os coelhos, observa-se a potencialidade na utilização de ingredientes oriundos da agroindústria, por comumente apresentarem elevado teor de fibra em sua composição.

2. Alimentos alternativos para coelhos

Os custos com alimentação representam mais de 75% do custo de produção de coelhos (MACHADO *et al.*, 2007), tornando a necessidade de preconizar medidas que melhore a eficiência do sistema produtivo. Assim, existe um interesse contínuo na busca de alimentos alternativos que possam reduzir o custo das rações, porém, sem comprometer o desempenho dos animais (FURLAN *et al.*, 2004).

Os alimentos alternativos podem substituir parcialmente o milho e a soja, principalmente nos períodos de entressafra, em que os preços se tornam elevados. Michelan *et al.* (2007), verificaram que a raspa integral de mandioca pode ser incorporada às rações para

coelhos em crescimento em níveis de até 27,32% em substituição total ao milho. No caso dos coelhos há ainda possibilidade de utilização de ingredientes alternativos ao feno de alfafa e ao farelo de trigo, fontes fibrosas comumente utilizadas, que devido ao seu alto valor comercial oneram em até 40% o custo da dieta (SCAPINELLO *et al.*, 2006).

Alguns autores relatam a possibilidade de utilização de fontes fibrosas em substituição ao feno de alfafa em dietas para coelhos, como Hay *et al.* (2000), que utilizaram feno da rama de mandioca para coelhos e concluíram que sua utilização é viável em proporção de até 20% nas rações de coelhos em crescimento, não afetando as características de desempenho e de carcaça. Já Retore *et al.* (2010), avaliando o efeito da fibra de coprodutos agroindustriais na alimentação de coelhos, observaram que diferentes frações da fibra advindas da polpa cítrica e da casca de soja não influenciaram o desempenho dos animais até os 89 dias de idade, demonstrando que esses ingredientes podem ser utilizados como substitutos do feno de alfafa na dieta de coelhos. De acordo com estes autores, a fibra da polpa cítrica reduziu os níveis séricos de triacilglicerol, colesterol e hemoglobina dos animais, enquanto a baixa quantidade de lignina em relação à celulose e à hemicelulose da casca de soja propiciou melhor coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e maior maciez da carne, porém menor deposição proteica quando comparada à dieta com polpa cítrica. Já Ribeiro *et al.* (2013), utilizando a casquinha de milho em substituição ao feno de alfafa, verificaram que este ingrediente pode substituir o feno de alfafa com eficiência para coelhos em crescimento, havendo melhoria na conversão alimentar no nível de 100% de inclusão do ingrediente.

Nesse aspecto, é importante considerar os níveis e a qualidade da fibra presente nos alimentos alternativos, visto que se fornecidos de forma empírica, podem provocar queda no desempenho dos animais, pois a digestibilidade, a palatabilidade, os fatores antinutricionais e as substâncias tóxicas podem interferir negativamente no aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Assim, a digestibilidade de um alimento assume grande importância econômica, pois dependendo do grau de aproveitamento de um determinado nutriente ele pode ser viável ou não para a alimentação animal (CAVALCANTI, 1984).

Além do teor em fibras, os subprodutos da agroindústria podem apresentar elevado teor de proteína e energia, sendo um possível substituto ao milho e ao farelo de soja (NRC, 1989), entre os quais se incluem as matérias-primas obtidas como subprodutos no processamento de matérias-primas vegetais para consumo humano (FERREIRA *et al.*, 2008). A indústria de bebidas para consumo humano tem gerado grande quantidade de resíduos, como os oriundos do processamento de polpa de frutas e da produção de cerveja.

Considerando a elevada produção e consumo crescente de cerveja no Brasil, observa-se que o resíduo derivado apresenta potencial para uso na alimentação animal, possibilitando o aumento da rentabilidade da atividade cunícola.

3. Resíduo desidratado de cervejaria

Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CERVBRASIL), o Brasil ocupa a posição de terceiro maior produtor de cerveja do mundo, atrás apenas da China e dos Estados Unidos (SEBRAE, 2014). A produção de cerveja no Brasil apresenta crescimento, sendo observado um aumento de 4,3% entre 2013 e 2014. Segundo dados do Sistema de Controle de Produção de Bebidas (SICOBEBE, 2015), a fabricação da bebida totalizou 14,046 bilhões de litros de janeiro a dezembro de 2014, superior aos 13,470 bilhões de litros produzidos em 2013. Proporcional à utilização da cevada para a preparação de cerveja, são produzidas grandes quantidades de resíduos que podem causar sérios problemas, dependendo do destino que se dá a estes. Caso sejam jogados a céu aberto, tais resíduos podem causar poluição ambiental, havendo o risco de contaminação do subsolo e dos lençóis freáticos. As empresas podem, inclusive, ser penalizadas pelos órgãos de fiscalização ambiental (VIEIRA *et al.*, 2006).

Muitos dos cereais podem ser utilizados para a produção de malte. No entanto, a cevada (*Hordeum vulgare L.*) é o cereal que apresenta menos problemas em nível tecnológico (BRIGGS *et al.*, 1982; HOUGH, 1991). O milho é raramente utilizado e, devido ao seu perfil lipídico, pode se tornar rançoso. O trigo sofre maltagem em escala comercial, particularmente para a produção de certos tipos de pães especiais, mas a propagação microbiana na superfície do grão durante a germinação pode causar problemas (HOUGH, 1991). Para a produção de cervejas nativas africanas, são utilizadas diversas variedades de cereais, especialmente o sorgo. No entanto, a cerveja feita com malte de cevada é quantitativamente a mais produzida em todo o mundo (BRIGGS *et al.*, 1982).

No processo de fabricação da cerveja, o grão de cevada passa primeiramente pelo processo de maltagem, que consiste na germinação do grão, promovendo a emergência da radícula e a ativação de enzimas, incluindo amilases, proteases, β -glucanases e outras, que iniciam o processo de degradação do amido (MUSSATTO *et al.*, 2006). Após este processo tem-se o malte que é seco e armazenado até obter certa homogeneidade (KENDAL, 1994). O processo de brassagem é seletivo, removendo do malte apenas os nutrientes necessários para a

produção do mosto, ficando como resíduo as proteínas insolúveis e as paredes celulares residuais da casca e das camadas interiores que protegem a semente. Dependendo do tipo de cerveja produzida, o resíduo pode ser constituído apenas pelo bagaço do malte de cevada ou apresentar resíduos de aditivos como trigo, milho ou arroz que tenham sido adicionados durante a mistura (MUSSATTO *et al.*, 2006).

O resíduo da cervejaria é constituído basicamente pelas camadas que formavam a casca do grão da cevada. Por esta razão, sua composição pode variar de acordo com a forma de cultivo da cevada, a época de colheita, as condições da maltagem e de brassagem, bem como a qualidade e o tipo de aditivos usados no processo de brassagem (SANTOS *et al.*, 2003). O teor em amido é reduzido, e poderão existir resíduos de lúpulo introduzido durante a mistura dependendo do processo utilizado na produção da cerveja. De maneira geral, os resíduos são considerados um material lignocelulósico rico em proteína e fibra, que correspondem a cerca de 20 e 70% da sua composição, respectivamente (MUSSATTO *et al.*, 2006). A proteína e a fibra são altamente concentradas neste subproduto, pois a maior parte do amido presente no grão de cevada foi removido durante a mistura, no processo de brassagem (KISSEL & PRENTICE, 1979).

Segundo Tedeschi *et al.* (2002), o resíduo de cervejaria apresenta em sua composição 15,2% de matéria seca, 58,0% de fibra em detergente neutro, 30,1% de proteína bruta, 10,1% de extrato etéreo e 3,9% de matéria mineral. Em sua composição mineral, apresenta 0,29% de cálcio e 0,61% de fósforo na matéria seca (NRC, 2007).

Ainda em relação ao teor protéico, os aminoácidos leucina, valina, alanina, serina, glicina, ácido glutâmico e ácido aspártico estão presentes em maiores quantidades, enquanto os aminoácidos tirosina, treonina, arginina e lisina aparecem em menores quantidades (HUIGE, 1994). Portilho (2010), ao comparar a composição em aminoácidos do resíduo seco de cervejaria em relação ao farelo de soja, observou níveis inferiores apenas com relação à lisina, histidina e arginina. Nos demais aminoácidos essenciais os valores encontrados foram semelhantes ou superiores aos encontrados no farelo de soja. Segundo Costa *et al.* (1994), a composição de aminoácidos do resíduo úmido de cervejaria foi de 0,95% para lisina, 0,32% para metionina, 0,88% para treonina, 0,26% para cistina, 1,74% para leucina, 0,71 para tirosina, 1,06 para glicina, 1,32 para arginina e 0,48% para histidina.

Assim como na aveia, a cevada é rica em beta-glucanos, que são polissacarídeos não amiláceos presentes na parede celular. Estes são responsáveis por interferir na taxa de passagem da digesta e na retenção de água, podendo prejudicar a utilização dos nutrientes.

Scapinello *et al.* (1995), avaliando a utilização do feno de aveia para coelhos, observaram que este apresentou baixos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, visto que, os efeitos negativos da fibra solúvel, em especial beta-glucanos, aumentam a viscosidade da digesta, devido à grande capacidade de absorver água e aumentar a viscosidade do quimo, dificultando a ação das enzimas endógenas e interferindo na difusão ou transporte dos nutrientes. Entretanto, este efeito é menor sobre a digestibilidade da proteína bruta, demonstrando a capacidade do coelho em utilizar, eficientemente, a proteína de alimentos volumosos.

Em relação à utilização do resíduo de cervejaria na alimentação animal, observa-se que o destino principal do resíduo tem sido na alimentação de ruminantes (Geron *et al.*, 2007), sendo também verificado que em virtude do teor de umidade presente, o processo de ensilagem pode viabilizar a sua utilização na alimentação de ovinos (CABRAL FILHO *et al.*, 2007).

Entretanto, pelo seu teor em proteína, fibra e energia, a utilização do resíduo de cervejaria também tem sido estudada na alimentação de animais não ruminantes, sendo normalmente desidratado para facilitar a inclusão deste na ração. Lounaoui-ouyaed *et al.* (2008), avaliando a inclusão de 30% de resíduo de cervejaria na dieta de coelhos em substituição total ao farelo de soja, observaram redução no consumo de ração e ganho de peso dos animais, atribuindo estes resultados à baixa palatabilidade e ao reduzido conteúdo de aminoácidos sulfurados presentes no resíduo de cervejaria, quando comparado ao farelo de soja. No entanto, os mesmos autores verificaram que o rendimento de carcaça e a relação carne/osso não foram influenciados pela fonte de proteína utilizada, concluindo que o resíduo de cervejaria pode ser utilizado como substituto total ao farelo de soja até o nível de 30% sem influenciar negativamente as características de carcaça dos animais. Por sua vez, Vieira (2009), em estudo comparativo entre o resíduo de cervejaria e a polpa de beterraba na alimentação de coelhos, observou que embora a digestibilidade da matéria seca tenha sido inferior nas dietas contendo o resíduo, o consumo de ração, o ganho de peso diário e a conversão alimentar foram superiores nos animais alimentados com rações contendo este ingrediente em relação aos animais alimentados com rações contendo polpa de beterraba. Além disso, verificou-se que dietas à base dos resíduos de cervejaria apresentaram teores mais baixos de celulose e fibra em detergente ácido, inferior ao valor de 17 a 21% recomendado por Gidenne (1996), bem como teores elevados de hemiceluloses que, devido aos processos fermentativos no ceco e ingestão dos cecótrofos, representam uma fração da fibra

potencialmente utilizada pelos coelhos. Em estudos com resíduo de cervejaria desidratado na dieta de coelhos, Mufwa *et al.* (2011) observaram que, no nível de 40% os animais apresentaram o maior ganho de peso médio diário, melhor conversão alimentar e menor custo de ração quando comparado à dieta controle. Etchu *et al.* (2012) avaliando o efeito da substituição da torta de dendê pelo resíduo de cervejaria desidratado na dieta de coelhos, observaram que o consumo de ração, a conversão alimentar e o custo da ração aumentaram com a inclusão do resíduo, enquanto o ganho de peso e a eficiência alimentar diminuíram, concluindo que o resíduo de cervejaria pode substituir a torta de dendê até o nível de 25% sem causar piora no desempenho e aumento no custo da ração dos coelhos. Ainda avaliando o efeito do resíduo de cervejaria úmido e desidratado para coelhos desmamados, Amakiri & Owen (2013) observaram piora no consumo alimentar, ganho de peso e conversão alimentar dos coelhos, devido à baixa palatabilidade e elevado teor de fibra bruta presente no resíduo, diminuindo a aceitação e digestibilidade do alimento. No entanto, deve-se considerar a grande variabilidade na composição dos resíduos de cervejaria, sendo necessários mais estudos sobre sua utilização na alimentação de coelhos.

REFERÊNCIAS

- AMAKIRI, A.O.; OWEN, O.J. Performance characteristics of weaner rabbits fed wet and dried brewers grains. **Animal science association of Nigeria**. Proceeding of the 18th annual conference, p.136-139, Abril 2013.
- ARRUDA, A.M.V.; CARREGAL, R.D.; FERREIRA, R.G. Digestibilidade aparente de rações contendo diferentes níveis de amido para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.3, p.769-775, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA - (CervBrasil). **Anuário 2015**. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf>. Acesso em: 04.03.2016.
- BORIELLO, S.P.; CARMAN, R.J. Association of iota-like toxin and Clostridium spiriforme with both spontaneous and antibiotic-associated diarrhoea and colitis in rabbits. **Journal Clinical Microbiology**, v.17, n.2, p.414-418, 1983.
- BRIGGS, D.E.; HOUGH, J.S.; YOUNG, T.W.; STEVENS, R. **Malting and Brewing Science: malt and sweet wort**, Springer (Ed.), v.1, 914p, 1982.
- CABRAL FILHO, S.L.S.; BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L. Substituição do feno de tifton pelo resíduo úmido de cervejaria em dietas de ovinos em manutenção. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 65-73, jan./mar. 2007.
- CARABAÑO, R.; GARCIA, J.; GÓMEZ-CONDE, S.; DE BLAS, C. Relación entre nutrición y patologías digestivas en conejos. Implicaciones practicas. **II Jornadas Internacionais de Cunicultura** - Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, p. 75-95, 2002.
- CAVALCANTI, S.S. **Produção de suínos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 453p. 1984.
- CHEEKE, P.R. **Rabbit feeding and nutrition**. Oregon: Academic Press, 380p. 1987.
- CHEEKE, P.R.; PATTON, N.M. Carbohydrate overload of the hindgut; a probable cause of enteritis. **Journal Applied of Rabbit Research**, v.3, n.3, p.20-23, 1980.
- CONTE A.J.; TEIXEIRA A.S.; FIALHO E.T.; SCHOULTEN N.A.; BERTECHINI A.G. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 5, p. 1147-1156, 2003.
- COSTA, J.M.B; MATTOS, W.R.S.; BIONDI, P.; de CARVALHO, D.D. Composição química bromatológica do resíduo úmido de cervejaria. **Boletim de Indústria Animal**, v. 51, n. 1, p. 21-26, 1994.
- DE BLAS, J.C.; SANTOMÁ, G.; CARABAÑO, R.; FRAGA, M.J. Fiber and starch levels in fattening rabbits diets. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 6, p. 1897-1904, 1986.

DE BLAS, J.C.; FRAGA, M.J.; RODRIGUEZ, J.M. Units for feed evaluation and requirements for commercially growth rabbits. **Journal of Animal Science**, v.60, n.4, p.1021-1027, 1985.

DE BLAS, C. **Alimentación del conejo**. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 175p, 1989.

DE BLAS, J.C.; GARCIA, J.; CARABAÑO, R. Role of fibre in rabbit diets; a review. **Annales Zootechnie**, v.48, n.1, p.3-13, 1999.

DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. 2ªEd. Cambridge: CAB International, p. 222-232, 2010.

ETCHU, K.A.; HUMBU, M.E.; NDAMUKONG, K.J.N.; AGBOR, E.B. Effect of varying levels of brewer's dried grain on the growth performance of weaner rabbits (*Oryctolagus Cuniculus*). **Greener journal of agricultural sciences**. Vol. 2, n.6, p.237-245, October 2012.

FALCÃO e CUNHA, L.A.L. Fisiologia digestiva do Coelho. Aspectos mais relevantes. **I Jornadas Internacionais de Cunicultura** - Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, p.49-69. 2000.

FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: Simpósio internacional de produção de não-ruminantes, 31., Maringá. **Anais...** Maringa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.85-113. 1994.

FERREIRA W.M.; FERREIRA S.R.A.; CASTRO EULER A.C.C.; MACHADO L.C.; OLIVEIRA C.E.A.; VASCONCELOS C.H.F. Avanços na nutrição e alimentação de coelhos no Brasil. **Anais...** In: Vol. 13, Zootec 2006.

FERREIRA, W.M.; SAAD, F.M.O.B.; PEREIRA, R.A.N. **Fundamentos da nutrição de coelhos**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

FISCHER, C. **Cia Cervejaria BRAHMA**. Unidade Santa Catarina. 1996.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. **Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição**, v. 5, p.6-28, 2004.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; ERKE, J.A.; PRADO, O.P.P.; JACOBI, G. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 291-299, 2007.

GIDENNE, T. Conséquences digestives de l'ingestion de fibres et d'amidon chez Le lapin en croissance: vers une meilleure définition des besoins. **Productions animales-paris-institut national de la recherche agronomique**, v. 9, p.243-254, 1996.

HAY, L.O.C.F.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, J.E.F.A.C.; DE FARIA, H.G. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com diferentes níveis de feno da rama da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Ciência Rural**, v.30, n.3, 2000.

HERRERA, A.P.N. **Eficiência produtiva e avaliação nutricional de dietas simplificadas a base de forragens para coelhos em crescimento**. 104f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

HOOVER, W.H.; HEITMANN, R.N. Effects of dietary fibre levels on weight gain, caecal volume and volatile fatty acid production in rabbits. **Journal of Nutrition**, v.31, n.102, p.375-379, 1972.

HOUGH, J.S. **The biotechnology of malting and brewing**. Cambridge University Press, 184p, 1991.

HUIGE, N.J. **Brewery by-products and effluents**. In: Hardwick, W. A. (Ed.), Handbook of Brewing, Marcel Dekker, New York, 501p, 1994.

KENDAL, N.T. **Barley and malt**. In: Hardwick, W. A. (Ed.), Handbook of Brewing. Marcel Dekker, New York, p.109-120. 1994.

KISSEL, L.T.; PRENTICE, N. Protein and fiber enrichment of cookie flour with brewers' spent grain. **Cereal Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 261-6, 1979.

LAPLACE J.P. Le transit digestif chez les monogastriques. 3. Comportement (prise de nourriture, caecotrophie), motricité et transit digestif et pathogénie des diarrhées chez le lapin. **Annales de Zootechnie**, v. 27, p. 225-265, 1978.

LOUNAOUCI-OUYAED, G.; LAKABI-IOUALITENE, D.; BERCHICHE, M.; LEBAS, F. Field beans and brewer's grains as protein source for growing rabbits in algeria: first results on growth and carcass quality. **Nutrition and Digestive Physiology**. 9th World Rabbit Congress, Verona – Italy. June 10-13, p.723-728, 2008.

LUI, J.F.; ZANATO, J.A.F.; CARREGAL, R.D.; MALHEIROS, E.B.; LEITE, D.S.; HADA, F.H. Substituição total e parcial do feno de alfafa pelo bagaço de cana hidrolisado em rações para coelhos e crescimento. digestibilidade. In: **Anais do Zootec**. João Pessoa-PB, 2008.

MACHADO, L.C.; FERREIRA, W.M.; FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, C.E.A. Avaliação da digestibilidade aparente de dietas simplificadas com base em forragens para coelhas em reprodução. **Veterinária e Zootecnia**. v.14, n.1, jun., p. 81-90, 2007.

MACHADO, L.C.; FERREIRA, W.M.; SCAPINELLO, C.; PADILHA, M.T.S. **Manual de formulação de ração e suplementos para coelhos**. Bambuí: Ed. do Autor, 24p, 2011.

MARCATO, S.M.; STEFANI, R.C.; POTTER, L.; SCHWENGBER, E.B.; COLPO, C.B. Efeito da utilização de resíduos de arroz nodesempenho de coelhos na fase de crescimento. **Revista da FZVA Uruguaiana**, v. 10, n. 1, p. 203-211, 2003.

MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C.A. Cereal grains and cereal by-products. **Animal Nutrition**, 6th edition, p.560-582, 2002.

MEJÍA, A.M.G. **Estratégias para avaliação nutricional da polpa cítrica seca em suínos em terminação**. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 1999.

MICHELAN, A.C.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; FARIA, H.D.; ANDREAZZI, M.A. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1347-1353, 2007.

MUFWA, B.J.; KIBON, A.; MAFINDI, M.; YAKUBU, B. Effect of graded levels of brewers dried grain on the performance of growing rabbits: 1. Growth performance and economy of production. **Journal of sciences and multidisciplinary research**. Vol. 3, Mach, 2011.

MUSSATO, S.I.; ROBERTO, I.C. Chemical characterization and liberation of pentose sugars from brewer's spent grain. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 81, n. 3, p. 268-274, 2006

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 6 ed. Washington, National Academy of Science, 157p. 1989.

NATIONAL RESEARCH CONCIL. **Nutrient Requeriments of Swine**. National Academy of Science, 10 ed. Washington. 189p. 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. Washington, D.C.: National Academic Press, 292p. 2007.

NAIME, R.; GARCIA, A.C.A. **Percepção ambiental e diretrizes para compreender a questão do meio ambiente**. Novo Hamburgo: FEEVALE, 136p, 2004.

PEREIRA, R.A.N. **Estratégias de avaliação nutricional da polpa cítrica seca em dietas para coelhos em crescimento**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2003.

PEREZ, J.M.; LEBAS, F.; GIDENNE, T.; MAERTENS, L.; XICCATO, G.; PARIGI-BINI, R.; DALLE ZOTTE, A. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. **World Rabbit Science**, v.3, n.1, p.41-43. 1994.

PORTILHO, F.P. **Utilização do resíduo de cervejaria na formulação de misturas minerais proteinadas para ovinos a pasto**. (Tese de Doutorado). 76 p. - Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010.

RETORE, M.; SILVA, L.P.; TOLEDO, G.S.P.; ARAUJO, I.G. Efeito da fibra de coprodutos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 5, p.1232-1240, Oct. 2010.

RIBEIRO, B.P.V.B.; MACHADO, L. C.; GERALDO, A.; THAIRONI DE MEDEIROS, A.; GASPARY MARTINS, M.; DOS SANTOS, T.A. Avaliação nutricional da casquinha de milho em dietas para coelhos em crescimento. **Archives of Veterinary Science**, v. 18, n. 4, 2013.

SANTOMÁ, G.; DE BLAS, J.C.; CARABAÑO, R. **Nutrition of rabbits**. Madrid: Cyanamid Ibérica SA, 57p, 1993.

SANTOS, M.; JIMÉNEZ, J.J.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; DEL NOZAL, M.J. Variability of brewer's spent grain within a brewery. **Food Chemistry**, v. 80, n. 1, p.17-21, 2003.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M.L.; ROSTAGNO, H.S.; FURLAN, A.C. Valor nutritivo do milho, do farelo de soja e do feno de alfafa para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n.6, p.1001-1007, 1995.

SCAPINELLO, C.; ANTUNES, E.B.; FURLAN, A.C.; JOBIM, C.C.; DE FARIA, H.G. Fenos de leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena leucocephala* cv. 'Cunningham') para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.2, p.301-306, 2006.

SCAPINELLO, C.; FALCO, J.E.; FURLAN, A.C.; FARIA, H.G. Valor Nutritivo do Feno da Rama da Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) para Coelhos em Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1063-1067, 1999.

SEBRAE. **Potencial de consumo de cervejas no Brasil**. Disponível em: <http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Estudos%20e%20Pesquisas/2014_07_08_RT_Agroneg%C3%B3cio_Potencial_de_consumo_de_cervejas_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 02/07/2015.

SISTEMA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO DE BEBIDAS (SICOBE). **Produção cervejas e refrigerantes – embalagem e região geográfica 2015**. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/regimes-e-controles-especiais/sistema-de-controle-de-producao-de-bebidas-2015-sicobe>>. Acesso em: 02/07/2015.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; LANNA, D. P. D.; BOIN, C. Development and evaluation of a tropical feed library for the Cornell net carbohydrate and protein system model. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.1-18, 2002.

VIEIRA, A.A.; BRAZ, J.M.; COSTA, A.D. Desempenho de suínos em crescimento alimentados com dietas contendo bagaço de cevada. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 16, 2006, Recife. **Anais...** Recife, 2006.

VIEIRA, A.R.D.G. **A fibra na alimentação do coelho: Dreches de cervejaria relativamente à luzerna e à polpa de beterraba**. Tese (Doutorado). Universidade técnica de Lisboa. Lisboa, 2009.

WHITNEY, J.C.; BLACKMORE, D.K.; TOWNSEND, G.H.; PARKIN, R.J.; HUGH-JONES, M.E.; CROSSMAN, P.J.; GRAHAM-MARR, T.; ROWLANDS, A.C.; FESTING, M.F.W.; KRZYSIAK, D. Rabbit Mortality Survey. **Laboratory Animals**, v. 10, n. 3, p. 203-207, 1976.

XICCATO, G.; VERGA, M.; TROCINO, A.; FERRANTE, V.; QUEAQUE, P. I.; SARTORI, A. Influence de leffectif et de la densité par cage sur les performances productives, la qualité

bouchère et le comportemento chez le lapin: In: **Journées de la Recherché Cunicole, Proceedings...** p.59-62. Paris: INRA, 1999.

CAPÍTULO II

RESÍDUO DESIDRATADO DE CERVEJARIA NA RAÇÃO DE COELHOS EM CRESCIMENTO

CAPÍTULO II – RESÍDUO DESIDRATADO DE CERVEJARIA NA RAÇÃO DE COELHOS EM CRESCIMENTO

Resumo - Dois ensaios foram conduzidos com objetivo de determinar o valor nutricional e energético do resíduo desidratado de cervejaria (RDC) e a inclusão deste ingrediente em rações para coelhos em crescimento. No ensaio de digestibilidade foram utilizados 28 coelhos machos distribuídos entre dois tratamentos (ração referência e ração teste, composta por 60% da ração referência e 40% de RDC). O RDC apresentou 37,94% de PB, 22,08% de FDA e 3371,24 kcal de ED/kg de MS. No ensaio de desempenho foram utilizados 80 coelhos (40 machos e 40 fêmeas), distribuídos em delineamento em blocos ao acaso com cinco níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria (0, 7, 14, 21 e 28%), e dois animais por unidade experimental. Não houve efeito da inclusão do RDC sobre o desempenho dos coelhos no período avaliado. O peso de carcaça decresceu linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão do RDC e o peso do fígado reduziu ($P < 0,05$) a partir do nível de 14%. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre a qualidade da carne. Em função do menor valor de custo com alimentação bem como dos melhores índices de eficiência econômica e de custo, o RDC pode ser incluído em até 28% em rações para coelhos em crescimento.

Termos para indexação: alimentos alternativos, cevada, cunicultura.

CHAPTER II – DRIED BREWERS GRAIN IN GROWING RABBITS DIETS

Abstract - Two assays were carried out to determine the nutritional and energetic value of dried brewers grain (DBG) and the inclusion of this feedstuff in growing rabbits diets. For the digestibility assay 28 male rabbits were distributed between two treatments (reference diet and test diet, composed by 60% of reference diet and 40% of DBG). The DBG presented 37.94% of CP, 22,08% of ADF and 3,371 kcal of DE/kg of DM. In the performance study, eighty rabbits (40 males and 40 females) were allocated in a completely randomized block, with five levels of inclusion of the dehydrated residue of brewery (0, 7, 14, 21 e 28%), with two animals for replicate. The inclusion of the DBG had no effect on the performance during the experimental period. The carcass weight decreased linearly and liver weight reduced from the level of 14%. There was no effect of treatments on the quality of rabbit meat. Considering the lower cost value of feed and better economic efficiency and cost indexes, the DBG may be included up to 28% in growing rabbits diets.

Index terms: alternative feedstuff, barley, rabbit production.

1. INTRODUÇÃO

A alimentação dos coelhos na fase de crescimento é caracterizada pela alta eficiência no uso dos nutrientes ingeridos, resultando em elevada deposição de tecido muscular. As características da fisiologia digestiva dos coelhos permitem a utilização de considerável quantidade de alimentos fibrosos em sua dieta, tornando possível a introdução de alguns subprodutos da agroindústria ricos em fibra. Essa prática pode reduzir os custos com alimentação ao substituir concentrados energéticos ou proteicos comumente utilizados e de alto custo, como o milho e o farelo de soja, além de agregar valor ao subproduto utilizado fortalecendo a cadeia produtiva.

Durante a utilização da cevada para a produção de cerveja, são produzidos grandes quantidades de resíduos, dentre os quais o resíduo úmido, composto pela fração sólida residual e menos solúvel, formado pelas camadas que formavam a casca do grão da cevada e outros aditivos utilizados, como trigo, milho ou arroz que tenham sido adicionados durante a fase de mistura (MCDONALD *et al.*, 2002). A partir de 100 kg de malte de cevada utilizados na elaboração da cerveja, são gerados em média 115 kg de resíduo úmido de cervejaria (FISCHER, 1996).

Embora seja um resíduo com teor de umidade próximo a 80%, o resíduo de cervejaria pode ser utilizado de forma desidratada, apresentando em média 26% de proteína bruta e, particularmente, devido ao seu teor em fibras (24% de fibra em detergente ácido), o resíduo desidratado de cervejaria (RDC) pode ser potencialmente utilizado na alimentação de coelhos (NRC, 1998).

Lounaouci-ouyaed *et al.* (2008), utilizaram 30% de inclusão do resíduo de cervejaria na dieta de coelhos em substituição total ao farelo de soja, observaram redução no consumo de ração e ganho de peso dos animais, atribuindo estes resultados à baixa palatabilidade e ao reduzido conteúdo de aminoácidos sulfurados presente no resíduo de cervejaria quando comparado ao farelo de soja. No entanto, o rendimento de carcaça e a relação carne/osso não foram influenciados pela fonte de proteína utilizada, concluindo que, o resíduo de cervejaria pode ser utilizado como substituto total ao farelo de soja até o nível de 30% sem influenciar negativamente as características de carcaça dos animais. Em estudos com resíduo de cervejaria desidratado na dieta de coelhos, Mufwa *et al.* (2011), observaram que no nível de 40% os animais apresentaram o maior ganho de peso médio diário, melhor conversão alimentar e menor custo de ração quando comparado à dieta controle. Etchu *et al.*

(2012), avaliando o efeito da substituição da torta de dendê pelo resíduo de cervejaria desidratado na dieta de coelhos, observaram que o consumo de ração, a conversão alimentar e o custo da ração aumentaram com a inclusão do resíduo, enquanto o ganho de peso e a eficiência alimentar diminuíram, concluindo que o resíduo de cervejaria pode substituir a torta de dendê até o nível de 25% sem causar piora no desempenho e aumento no custo da ração dos coelhos. Araújo (2015), ao avaliar níveis crescentes (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) de resíduo desidratado de cervejaria em rações para coelhos, também observou que a inclusão deste não prejudicou o desempenho dos animais e que o nível de 25% do ingrediente diminuiu o custo de produção, indicando a viabilidade do ingrediente.

Dessa forma, o resíduo desidratado de cervejaria pode ser utilizado na dieta de coelhos, como ingrediente alternativo ao feno de alfafa e farelo de trigo, fontes fibrosas comumente utilizadas, que devido ao seu alto valor comercial oneram em até 40% o custo da dieta (SCAPINELLO *et al.*, 2006; FERREIRA *et al.*, 2008; VIEIRA, 2009). Além disso, devido ao seu alto teor proteico e composição aminoacídica, observa-se que a inclusão de resíduo desidratado de cervejaria possibilita também a substituição parcial ou total do farelo de soja em rações para coelhos.

Diante do exposto, objetivou-se determinar o valor nutricional e energético do resíduo desidratado de cervejaria (RDC) e o impacto da inclusão deste ingrediente em rações para coelhos em crescimento sobre o desempenho, características da carcaça, qualidade da carne e viabilidade econômica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais seguiram os protocolos aprovados pelo Comissão de Ética em Pesquisa Animal (CEPA 80/2015) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Inicialmente, o resíduo úmido de cervejaria foi adquirido em uma indústria produtora de cervejas e exposto ao sol em lonas plásticas para secagem durante três dias consecutivos. Durante o processo, o resíduo foi revolvido quatro vezes ao dia, sendo depois armazenado em sacos plásticos para posterior utilização nos ensaios de digestibilidade e desempenho.

O ensaio de digestibilidade foi realizado no Setor de Cunicultura da Universidade Federal do Ceará, sendo utilizados 28 coelhos machos oriundos do cruzamento de coelhos

machos da raça Nova Zelândia Branco com fêmeas da raça Califórnia, com média de idade de 50 dias e peso de $1,400 \pm 0,100$ kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas providas de bebedouro automático, comedouro semiautomático e telas plásticas para coleta de fezes. Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR), e outra teste (RT) composta por 60% da ração referência e 40% de resíduo desidratado de cervejaria. A ração referência foi formulada para atender às exigências de nutrientes para coelhos em fase de crescimento, conforme as recomendações do NRC (1977) e Lebas *et al.* (1986), sendo posteriormente peletizadas (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e química da ração referência

Ingredientes	(%)
Milho grão	22,60
Feno de alfafa	44,24
Farelo de trigo	24,00
Farelo de soja	4,82
Óleo de soja	1,77
Calcário calcítico	0,69
Fosfato bicálcico	0,32
Sal comum	0,51
L - lisina HCL	0,50
Mistura vitamínica e mineral ¹	0,30
DL – metionina	0,25
Total	100,00
Composição calculada²	
Energia digestível (kcal/kg)	2500,00
Proteína bruta (%)	16,50
Fibra detergente neutro (%)	35,51
Fibra detergente ácido (%)	16,50
Amido (%)	25,00
Cálcio (%)	0,79
Fósforo total(%)	0,50
Metionina+Cistina total (%)	0,53
Lisina total (%)	0,73
Sódio (%)	0,23

¹Mistura vitamínico – mineral, composição por kg do produto: Vit A, 5.500.000 UI; Vit D, 1.000.000 UI; Vit E, 6.500 UI; Vit K3, 1.250mg; Vit B1, 500mg; Vit B2, 2,502mg, Vit B6, 750mg; Vit B12, 7.500mcg; Biotina, 25mg; Niacina, 17,5g; Ac. Pantotênico, 6.030 mg; Ac. Fólico, 251mg; Colina, 35.000 mg; Ferro, 25g; Cobre, 3.000mg; Cobalto, 50mg; Manganês, 32,5g; Zinco, 22,49g; Iodo, 32 mg; Selênio, 100.05mg;

²Com base nos valores de composição química das matérias primas das rações.

O delineamento foi em blocos ao acaso com 2 tratamentos e 14 repetições, considerando um animal como unidade experimental. O critério para formação dos blocos foi

o peso inicial dos animais, consistindo em dois blocos, animais leves ($1,221 \pm 0,098$ kg) e animais pesados ($1,513 \pm 0,074$ kg).

O ensaio de digestibilidade teve duração de 14 dias, sendo 10 dias de adaptação às dietas e às gaiolas e 4 dias para coleta de fezes (PEREZ *et al.*, 1995). As rações foram fornecidas à vontade durante a fase de adaptação ao experimento e o consumo diário no período de coleta foi estabelecido segundo o menor peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), de acordo com Sakomura e Rostagno (2007). Durante a fase de adaptação, as rações foram fornecidas uma vez ao dia no período da manhã (8 h). Já a água foi fornecida à vontade durante todo o período.

Durante o período de coleta, as fezes de cada animal foram coletadas uma vez ao dia, no período da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador a temperatura de -10 °C. Ao final do experimento, as fezes foram descongeladas, homogeneizadas e colocadas em estufa de ventilação forçada (55 °C) por um período de 72 horas. Em seguida, as amostras foram processadas em moinho com peneira de um (1) milímetro e submetidas a análises laboratoriais quanto à matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com a metodologia descrita por AOAC (2005), e energia bruta (EB), determinada em bomba calorimétrica tipo “C200 Ika”. Para determinação dos teores de nutrientes digestíveis do resíduo desidratado de cervejaria, foram utilizadas as equações de Matterson *et al.* (1965) e para a ED foi utilizada a equação de Villamide (1996).

O ensaio de desempenho foi realizado no Setor de Cunicultura da Universidade Federal do Ceará, sendo utilizados 80 coelhos, 40 machos e 40 fêmeas, tendo como unidade experimental dois coelhos do mesmo sexo, oriundos do cruzamento de coelhos machos da raça Nova Zelândia Branco com fêmeas da raça Califórnia, com idade média de 40 dias. O peso inicial do bloco leve foi estabelecido em $0,819 \pm 0,031$ kg para fêmeas e $0,818 \pm 0,042$ kg para machos, e bloco pesado em $0,928 \pm 0,060$ kg para fêmeas e $0,976 \pm 0,042$ kg para machos. Os animais foram alojados em gaiolas de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semiautomático de chapa galvanizada, localizados em galpão de alvenaria, com cobertura de telha francesa, pé-direito de 3,0 metros, piso de alvenaria, paredes laterais de 50 centímetros em alvenaria e o restante em tela.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com arranjo fatorial 2×5 , com cinco níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria (0, 7, 14, 21 e

28%) e dois sexos (macho e fêmea), tendo quatro repetições de dois animais por tratamento. Para formação dos blocos foi considerado o peso inicial dos animais.

As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas à base de milho, farelo de soja, farelo de trigo e feno de alfafa, de acordo com as exigências nutricionais para coelhos em fase de crescimento, conforme as recomendações do NRC (1977) e Lebas *et al.* (1986), diferindo quanto ao nível de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria (RDC), sendo posteriormente peletizadas. Para o valor energético, bem como dos demais nutrientes, do resíduo desidratado de cervejaria foram utilizados os valores obtidos anteriormente, no ensaio de digestibilidade.

A composição aminoacídica do resíduo desidratado de cervejaria foi obtida por meio de análise por high performance liquid chromatography (HPLC), apresentando os valores de 0,893% para lisina, 0,554% para metionina, 0,414% para cistina, 0,968% para metionina+cistina, 0,934% para treonina e 0,248% para triptofano na matéria seca.

Para avaliar os efeitos das rações experimentais sobre a digestibilidade dos nutrientes, um novo ensaio de digestibilidade foi realizado durante a execução do ensaio de desempenho. Com duração de quatro dias, para coleta total de fezes. As rações foram fornecidas, à vontade, uma vez ao dia no período da manhã (8 h); a água foi fornecida à vontade durante todo o período. A metodologia utilizada foi coleta total de fezes, sendo diariamente coletadas no período da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador a -10 °C. Os demais procedimentos foram realizados como descrito no primeiro ensaio de digestibilidade, para obtenção dos coeficientes de digestibilidade e energia digestível das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão do resíduo de cervejaria desidratado.

Os coelhos foram pesados no início do experimento, aos 40 dias de idade, e ao final do experimento, aos 90 dias de idade. As rações, peletizadas a seco, e a água foram fornecidas à vontade e as sobras também foram pesadas a cada pesagem dos animais, para avaliação do desempenho dos animais quanto ao consumo diário de ração, o ganho diário de peso e a conversão alimentar.

Aos 90 dias de idade, os animais foram pesados e submetidos a jejum alimentar de 12 horas e, após esse período, foram novamente pesados para obtenção do peso ao abate. Os animais foram insensibilizados e abatidos, procedendo-se à retirada da cabeça, patas, cauda, pele, evisceração completa, higienização e pesagem da carcaça quente para obter o

rendimento de carcaça, relacionando-se com o peso ao abate. Após evisceração, o pâncreas, o fígado e a gordura visceral foram separados e pesados; procedeu-se a retirada do conteúdo do estômago, intestino delgado e intestino grosso, bem como a pesagem destes órgãos. Os pesos relativos dos órgãos e da gordura visceral foram determinados em relação ao peso de abate. Em seguida as carcaças foram embaladas e mantidas sob refrigeração (2° C) por 24 horas.

Tabela 2. Composição e níveis nutricionais das rações experimentais para coelhos em crescimento

Ingredientes (kg)	Níveis de inclusão do RDC ¹ (%)				
	0%	7%	14%	21%	28%
Milho grão	31,94	33,02	33,71	34,39	34,20
Feno de alfafa	22,33	18,61	14,74	10,87	7,86
Farelo de soja	16,85	12,29	8,26	4,24	0,00
Farelo de trigo	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91
Casca de arroz	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52
Feno de tifton	5,69	5,69	5,69	5,69	5,69
Resíduo desidratado de cervejaria	0,00	7,00	14,00	21,00	28,00
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário	0,79	0,79	0,79	0,80	0,91
Fosfato bicalcico	0,76	0,96	1,14	1,32	1,51
Sal comum	0,49	0,50	0,51	0,51	0,60
Mistura vitamínica e mineral ²	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina	0,17	0,22	0,28	0,34	0,41
DL-metionina	0,15	0,10	0,06	0,01	0,00
Inerte	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Preço/kg de ração (R\$)	1,42	1,33	1,24	1,14	1,07
Composição calculada³					
Energia digestível (kcal/kg)	2500,00	2514,40	2530,90	2547,40	2550,00
Proteína bruta (%)	16,70	16,50	16,50	16,50	16,50
Fibra em detergente neutro (%)	33,06	34,37	35,64	36,91	38,43
Fibra em detergente ácido (%)	16,48	16,50	16,50	16,50	16,70
Amido (%)	25,42	25,48	25,37	25,25	24,56
Lisina total (%)	0,75	0,73	0,73	0,73	0,73
Metionina+cistina total (%)	0,54	0,52	0,52	0,52	0,54
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85
Fósforo total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,25

¹Resíduo desidratado de cervejaria; ²Mistura vitamínica e mineral – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg

de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio; ³Com base nos valores de composição química das matérias primas das rações;

Após esse período, as carcaças foram divididas ao meio utilizando-se serra fita ao longo da coluna vertebral no Laboratório de Processamento de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. O lombo da meia carcaça direita foi separado para determinação da cor, pH, capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC).

O pH foi medido utilizando-se um pHgâmetro digital, com a inserção direta do eletrodo no músculo do lombo. Na amostra crua por meio de corte longitudinal no lombo, procedeu-se a análise de cor feita com um colorímetro da marca Minolta Chromer Meter CR-300, no sistema CIELAB, quantos aos componentes L* (luminosidade), a* (verde-vermelho) e b* (azul-amarelo). A capacidade de retenção de água foi determinada em aproximadamente 2,0 gramas de amostra do lombo. A perda de peso na cocção foi efetuada segundo metodologia proposta por Cason *et al.* (1997). Para análise da força de cisalhamento, a partir da amostra do lombo pós-cocção, esta foi cortada em pedaços de 1,5 cm de largura, apresentando em média 3 cm² de área de corte, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Texture Analyser TA-XT2i acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler, pré-calibrado com um peso de 5 kg, com velocidade de 5 mm/s (Test speed) e distância percorrida para cortar a amostra de 35 mm (Distance rupture test), determinando-se então a força máxima (gf/cm²) necessária para efetuar seu corte (LYON *et al.*, 1998).

A avaliação econômica dos tratamentos foi determinada em função do custo da dieta relacionado ao desempenho e características da carcaça. Os custos das rações em cada fase foram calculados com base nos preços dos ingredientes no estado do Ceará no período experimental. O custo da alimentação (R\$A) foi determinado a partir do consumo total de ração pelos animais e do custo da dieta no respectivo período. O custo médio da ração por quilograma de peso vivo (R\$QPV), por sua vez, foi calculado em função do consumo, ganho de peso diário e do custo da ração (BELLAVÉR *et al.*, 1985). A partir do custo médio da ração por peso vivo, foi calculado o índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio da ração consumida (IC), segundo Barbosa *et al.* (1992) utilizando-se as equações:

$$IEE = \frac{M_{Ce}}{C_{Tei}} * 100$$

$$IC = \frac{CTei}{MCE} * 100$$

MCE = menor custo médio observado, baseado na relação entre a quantidade de ração consumida e o quilograma de peso corporal ganho nos programas de inclusão do resíduo; CTei = custo médio do programa de inclusão i considerado.

No cálculo, foi considerado o preço dos ingredientes (Tabela 3), em valores praticados na época do experimento no município de Fortaleza/CE.

Para o cálculo das variáveis que compõem a viabilidade econômica foram considerados o valor médio de venda do quilograma do coelho vivo para abate (R\$ 4,90/kg) e os valores das rações. A receita líquida foi obtida pela diferença entre o lucro bruto e o custo com alimentação em cada tratamento.

Tabela 3. Custo dos ingredientes utilizados para compor as rações experimentais dos coelhos

Ingredientes	Custo (R\$)/kg ¹
Feno de alfafa	2,10
Farelo de trigo	2,50
Milho integral moído	0,63
Farelo de soja (45%)	1,50
Resíduo desidratado de cervejaria	0,60
Óleo de soja	3,31
Calcário calcítico	0,22
Fosfato bicálcico	2,80
Mistura vitamínica e mineral	9,66
Sal comum	0,20
L – Lisina HCl	14,21
DL – metionina	8,53

¹Preço pago na aquisição dos ingredientes em julho de 2015, em Fortaleza-CE.

A análise estatística foi realizada por meio de programa estatístico e o modelo estatístico utilizado para a análise de variância foi: $Y_{ijk} = \mu + N_i + S_j + Ns_{ij} + e_{ijk}$, onde μ é a média geral, N_i é o efeito do nível de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria ($i = 7, 14, 21, 28\%$), S_j é o efeito do sexo ($j =$ macho e fêmea), Ns_{ij} é o efeito do nível de inclusão i sobre o sexo j e e_{ijk} é o efeito do erro.

Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria, excluindo-se a ração testemunha (nível zero de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria) foram desdobrados em polinômios, para estabelecer a curva que melhor descrevesse o comportamento dos dados. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas em relação ao tratamento sem inclusão do resíduo desidratado de

cervejaria (0%) pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade pelo software Statistical Analysis System (2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de proteína bruta encontrado no presente trabalho para o resíduo desidratado de cervejaria (37,95%) foi superior ao valor de 26,10% obtido Gilaverte *et al.* (2011). Semelhante comportamento foi apresentado para teores de extrato etéreo e cinzas, que também foram superiores aos valores de 6,50 e 4,66%, respectivamente, encontrados por Capelle (2001). Por outro lado, a quantidade de fibra em detergente neutro (51,72%) foi inferior ao valor encontrado por Tedeschi *et al.* (2002) e Gilaverte *et al.* (2011), de 58,00% e 62,10%, respectivamente (Tabela 4). A composição do resíduo de cervejaria é bastante variável, devido às diferenças quanto à cevada utilizada na fabricação da cerveja, bem como de outras matérias-primas utilizadas, além das variações decorrentes do processamento, como as condições da maltagem, a qualidade e tipo de aditivos usados no processo de brassagem (SANTOS *et al.*, 2003).

Tabela 4. Composição química, coeficiente de digestibilidade, nutrientes e energia digestíveis do resíduo desidratado de cervejaria, com base na matéria seca

Nutrientes e energia	Composição química	Coeficiente de digestibilidade	Nutrientes e energia digestível
Matéria seca (%)	90,43	80,54	72,83
Matéria mineral (%)	5,30	84,77	4,49
Proteína bruta (%)	37,94	41,04	15,57
Extrato etéreo (%)	8,06	59,64	4,81
Fibra em detergente neutro (%)	51,72	90,15	46,63
Fibra em detergente ácido (%)	22,08	64,85	14,32
Energia bruta (kcal/kg)	4803,50	70,18	3371,24

O nível de proteína bruta encontrado do resíduo desidratado de cervejaria também é superior a outros alimentos utilizados na dieta de coelhos como o feno de alfafa (17%), porém inferior ao teor de proteína bruta do farelo de soja (45%), mas com potencial para substituição de ambos pelo resíduo desidratado de cervejaria, considerando a participação e alto custo destes na dieta (ROSTAGNO *et al.*, 2005). O baixo coeficiente de digestibilidade da proteína do resíduo desidratado de cervejaria pode estar relacionado ao nível de fibra

presente, resultando em valor de proteína digestível do resíduo inferior ao do farelo de soja (15,57% *versus* 35,95%).

Em relação às frações fibrosas do ingrediente, observou-se que os coeficientes de digestibilidade do FDN e FDA foram elevados, sendo de 90,15%, e 64,85%, respectivamente. A digestibilidade da fibra (FDN e FDA) pode ter sido otimizada devido às características do resíduo, com material menos lignificado (22,08% FDA) quando comparado a outras fontes de fibra como o feno de alfafa (33,05% FDA) e, possivelmente, maior tempo de retenção para atividade fermentativa, aliado ao maior efeito antiperistáltico, contribuindo para melhor colonização e ação enzimática da microflora do ceco sobre a fração fibrosa, o que justificaria a melhor digestibilidade destas frações do ingrediente (DE BLAS e WISEMAN, 1998). O valor energético bruto do resíduo encontrado neste estudo foi de 4803,50 kcal/kg, enquanto a energia digestível foi de 3371,24 kcal/kg, valor próximo ao encontrado por Albuquerque *et al.* (2011), que foi de 3371 kcal de ED/kg, trabalhando com resíduo desidratado de cervejaria para suínos.

Para os valores de digestibilidade dos nutrientes das dietas experimentais determinados no ensaio de desempenho, pode-se verificar que o coeficiente de digestibilidade da matéria seca das rações apresentou comportamento quadrático ($Y = 61,868 + 0,9024X - 0,0297X^2$; $R^2 = 0,2350$), havendo melhor aproveitamento dos nutrientes pelos coelhos até 15,19% de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria para esta variável (Tabela 5).

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta foram inferiores ($P < 0,05$) à dieta controle nos níveis de 21 e 28%. Já o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro foi inferior ($P < 0,05$) no nível de 28% de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria, sugerindo que as características da fibra do ingrediente utilizado possam interferir na digestibilidade das rações, visto que o comportamento em questão apresentou-se nos maiores níveis de inclusão do resíduo de cervejaria. Por outro lado, o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo apresentou-se superior ($P < 0,05$) à dieta controle apenas no nível de 7%.

Não houve efeito ($P > 0,05$) de sexo para nenhuma variável de digestibilidade avaliada. A energia digestível das rações apresentou efeito quadrático ($Y = 2351,9 + 54,502X - 1,4392X^2$; $R^2 = 0,2484$) crescente até o nível de 21%, porém com melhor nível de inclusão em 18,93%, e diminuindo com 28% de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria, mas ainda assim, sem diferir em relação à dieta controle. Este resultado pode ter se expressado em função da maior presença de polissacarídeos não amiláceos no nível de 28% de inclusão do

resíduo desidratado de cervejaria, visto que a matéria-prima utilizada para fabricação da cerveja é rica em beta-glucanos, que podem reduzir a energia do alimento (CONTE *et al.*, 2003).

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e energia digestível determinados em coelhos na fase de crescimento

Nível de inclusão do RDC ¹ (%)	Coeficientes de digestibilidade e energia digestível						
	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Energia digestível (%)	Extrato etéreo (%)	Fibra em detergente neutro (%)	Fibra em detergente ácido (%)	Matéria mineral (%)
0	68,36	84,33	2774,37	88,45	60,40	27,76	50,42
7	66,63	82,03	2666,87	94,73*	59,63	27,54	47,54
14	68,97	84,36	2821,16	90,82	59,13	29,91	53,59
21	67,44	80,85*	2873,56	89,84	57,52	29,84	50,12
28	63,97	80,13*	2745,76	88,51	50,80*	28,48	47,45
Sexo							
Macho	66,60	82,70	2756,66	89,98	55,25	24,47	49,78
Fêmea	67,51	81,92	2787,98	90,83	57,20	26,63	49,87
Média	67,05	82,31	2772,32	90,41	56,23	25,55	49,83
CV²	7,33	4,07	7,26	2,53	11,45	31,13	13,78
ANOVA³				p - valor			
Nível	0,2085	0,0381	0,3185	<0,0001	0,0140	0,0562	0,4601
Sexo	0,5634	0,4668	0,6263	0,2482	0,3454	0,5222	0,9673
Nível x Sexo	0,4955	0,9761	0,5480	0,9229	0,3525	0,3822	0,2543
Regressão							
Linear	0,1118	0,0538	0,2542	<0,0001	0,0010	0,7765	0,6699
Quadrática	0,0206	0,0531	0,0159	<0,0001	0,0009	0,6773	0,0609

¹Resíduo desidratado de cervejaria; ²CV = Coeficiente de variação; ³ANOVA = Análise de variância; Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si (P<0,05) pelo teste F. *Difere do controle pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Ainda associado ao efeito dos polissacarídeos beta-glucanos pode-se atribuir o comportamento linear decrescente (P<0,05) observado nos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo (Y= 95,146 - 0,2597X; R²= 0,4841) e da fibra em detergente neutro (Y= 63,800 - 0,4015X; R²= 0,3064), uma vez que, os coelhos não possuem a capacidade enzimática de digerir polissacarídeos não amiláceos e estes, quando presentes, podem diminuir a digestibilidade de alguns nutrientes (NASCIMENTO *et al.*, 2005).

A utilização de níveis crescentes do resíduo desidratado de cervejaria não influenciou (P>0,05) o desempenho dos animais no período de 40 a 90 dias de idade quando

comparado à dieta sem inclusão do ingrediente, o que demonstra a viabilidade da substituição total na ração do farelo de soja pelo resíduo desidratado de cervejaria (Tabela 6).

Tabela 6. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com os diferentes níveis do resíduo desidratado de cervejaria

Nível de inclusão (%)	Parâmetros avaliados			
	Peso final (kg)	Consumo de ração (g/coelho/dia)	Ganho de peso (g/coelho/dia)	Conversão alimentar (g/g)
0	2,24	94,31	28,04	3,38
7	2,25	96,25	28,69	3,39
14	2,24	96,62	28,02	3,45
21	2,23	95,65	27,80	3,45
28	2,22	94,36	27,69	3,44
Sexo				
Macho	2,30 ^a	95,90	28,84 ^a	3,34 ^a
Fêmea	2,20 ^b	93,42	26,89 ^b	3,49 ^b
Média	2,25	94,66	27,86	6,83
CV¹	6,39	6,75	9,27	6,59
ANOVA²		p-valor		
Nível	0,7970	0,6147	0,7973	0,7066
Sexo	0,0490	0,3177	0,0325	0,0357
Nível x Sexo	0,2213	0,6634	0,1991	0,1535
Regressão				
Linear	0,5236	0,4625	0,3471	0,6488
Quadrática	0,5285	0,4726	0,5485	0,8361

¹CV = Coeficiente de variação; ²ANOVA = Análise de variância; Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si (P<0,05) pelo teste F.

A ausência de diferenças entre os tratamentos aplicados para as características de desempenho pode ter sido influenciada pelo fato de as rações experimentais terem sido formuladas como isonutrientes. Segundo Ferreira *et al.* (2006), para regulação mínima do consumo dos coelhos a quantidade de ED da ração deve ser superior a 2200 kcal/kg de MS e estar balanceada com os demais nutrientes, Nesse sentido, apesar do aumento de resíduo desidratado de cervejaria resultar no acréscimo do nível de FDN da dieta, os valores de ED da ração ficaram acima desse valor (Tabela 5), e dessa forma as variáveis de consumo de ração e ganho de peso não foram afetadas.

Quanto ao efeito de sexo, observa-se que os machos tiveram maior ganho de peso, maior peso final, e melhor conversão alimentar que as fêmeas. Esse fato, provavelmente, pode ser explicado pela média de peso inicial dos machos ser superior ao das fêmeas. Além disso,

na maioria das espécies, os machos têm potencial de crescimento maior que as fêmeas (OLIVEIRA e LUI, 2006).

Entre características de carcaça avaliadas, apenas o peso relativo do fígado dos animais que receberam 14, 21 e 28% de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria na dieta foram menores ($P < 0,05$) quando comparado aos animais alimentados com dieta sem inclusão do resíduo desidratado de cervejaria, sugerindo que a composição da dieta pode afetar o metabolismo a partir do nível de 14% (Tabela 7).

Tabela 7. Peso e rendimento de carcaça, peso relativo do fígado, pâncreas, estômago, intestino delgado, intestino grosso e gordura visceral de coelhos em crescimento submetidos a diferentes níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria

Nível de inclusão (%)	Parâmetros avaliados							
	¹ PC (kg)	² RC (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)	Estômago (%)	³ ID (%)	⁴ IG (%)	⁵ GV (%)
0	1,18	52,17	3,26	0,33	1,03	1,82	2,37	1,39
7	1,20	51,26	3,05	0,29	1,02	1,85	2,25	1,65
14	1,17	51,15	2,72*	0,31	1,03	1,83	2,30	1,55
21	1,16	51,35	2,60*	0,32	1,08	1,95	2,48	1,66
28	1,14	51,42	2,70*	0,34	1,05	1,85	2,40	1,69
Sexo								
Macho	1,18	51,09	2,96	0,32	1,04	1,88	2,28a	1,48a
Fêmea	1,15	51,93	2,78	0,32	1,05	1,85	2,43b	1,69b
Média	1,16	51,51	2,87	0,32	1,04	1,86	2,35	1,58
CV⁶	5,77	3,48	13,16	20,67	8,74	11,33	7,97	15,59
ANOVA⁷								
Nível	0,1316	0,1673	0,0088	0,8499	0,7219	0,6861	0,2052	0,1353
Sexo	0,2341	0,0771	0,1802	0,8680	0,7634	0,4767	0,0283	0,0152
Nível x Sexo	0,2565	0,5325	0,5342	0,2224	0,9510	0,9597	0,6137	0,4093
Regressão								
Linear	<0,0001	0,1885	0,0760	0,0001	0,0684	0,1127	0,1267	0,2432
Quadrática	<0,0001	0,3466	0,1130	0,0005	0,1177	0,1977	0,1844	0,3353

¹Peso de carcaça; ²Rendimento de carcaça; ³Intestino delgado; ⁴Intestino grosso; ⁵Gordura visceral; ⁶CV = Coeficiente de variação; ⁷ANOVA = Análise de variância; Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F. *Difere do controle pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

Possivelmente, a presença de polissacarídeos não amiláceos na cevada, ainda presentes após o processamento para obtenção da cerveja tenha promovido uma atrofia do fígado com o aumento da inclusão do resíduo. Isso pode ter interferido no seu peso, visto que, esses polissacarídeos reduzem a velocidade de passagem da digesta. Também tornam certos nutrientes, como gorduras, amido e proteínas, menos acessíveis e disponíveis às enzimas

endógenas e, de forma indireta, diminuem as atividades metabólicas no fígado (CHOCT, 2001).

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) da inclusão do resíduo desidratado de cervejaria sobre o peso e rendimento de carcaça, bem como, sobre o estômago, intestinos e gordura visceral pelo teste de Dunnett. São escassos trabalhos com a utilização do resíduo desidratado de cervejaria na alimentação de coelhos, no entanto, em pesquisas realizadas com suínos, Braz (2008) observou que utilizando resíduo desidratado de cervejaria até o nível de 50% para suínos em terminação, não houve efeito para peso do trato gastrointestinal, do estômago e das vísceras dos animais.

Foi observado efeito da inclusão do resíduo desidratado de cervejaria sobre sexo dos animais, em relação ao maior peso relativo do intestino grosso e à maior porcentagem de deposição de gordura visceral nas fêmeas em relação aos machos.

A análise de regressão demonstrou que a inclusão do resíduo desidratado de cervejaria na dieta dos animais promoveu efeito linear decrescente no peso da carcaça ($Y = 1,2762 - 0,0024X$; $R^2 = 0,6209$) e crescente para peso relativo do pâncreas ($Y = 0,3214 + 0,0020X$; $R^2 = 0,4612$) dos animais. Embora o pior resultado para peso de carcaça encontrado tenha sido no nível de maior inclusão do resíduo desidratado de cervejaria (28%), não foi observada diferença entre os diferentes níveis de inclusão do ingrediente em relação ao tratamento sem inclusão deste. Em relação ao peso relativo do pâncreas, houve aumento linear ($P<0,05$) com o aumento da inclusão do resíduo desidratado de cervejaria na dieta, podendo ser decorrente da presença de polissacarídeos não amiláceos presentes no resíduo desidratado de cervejaria, corroborando com Partridge e Wyatt (1995), que observaram um aumento no peso do pâncreas, afirmando que mecanismos de feedback positivo no intestino delgado dos animais estimularam a hipertrofia do órgão, devido às características dos polissacarídeos não amiláceos presentes ainda no resíduo, que aumentam a viscosidade da digesta e diminuem a velocidade de passagem do quimo. Nesse sentido a presença do alimento no intestino delgado induz o pâncreas, através da colecistoquinina, a secretar mais enzima e, dessa forma, este órgão é continuamente estimulado a liberar mais enzima, resultando na hipertrofia pancreática.

Em relação às características qualitativas da carne, não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis crescentes do resíduo na ração dos coelhos sobre a relação carne/osso, capacidade de retenção de água, perda por cocção, força de cisalhamento, pH e componentes da cor (L^* , a^* e b^*) da carne de coelhos (Tabela 8). Apesar de não se ter detectado efeito da

inclusão do resíduo desidratado de cervejaria sobre a força de cisalhamento, todos os valores de resistência ao corte situaram-se na faixa de variação que considera a carne macia, de acordo com o padrão de Liu *et al.* (2004), que utilizaram o valor de 7,5 kgf.g⁻¹ como referência de limite de resistência ao corte para caracterizar a maciez da carne do peito de frangos.

Tabela 8. Relação carne/osso, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, pH e componentes da cor (L*, a* e b*) da carne de coelhos em crescimento submetidos a diferentes níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria

Nível de inclusão (%)	Parâmetros avaliados							
	¹ RC/O	² CRA	³ PPC	⁴ FC	pH	L*	a*	b*
0	7,43	68,48	28,02	3,87	5,78	61,64	12,70	10,64
7	7,30	68,34	24,67	3,48	5,67	63,24	12,89	10,53
14	7,29	69,94	25,36	3,47	5,72	63,40	12,76	10,42
21	7,23	69,44	26,00	3,25	5,70	63,54	12,84	10,66
28	7,21	70,50	26,29	3,37	5,73	61,99	12,92	10,91
Sexo								
Macho	7,30	69,15	26,30	3,51	5,73	62,42	12,92	10,57
Fêmea	7,21	68,37	25,85	3,47	5,71	63,06	12,73	10,69
Média	7,25	68,76	26,07	3,49	5,72	62,74	12,82	10,63
CV⁵	4,57	3,85	16,41	17,37	2,92	2,73	5,97	10,78
ANOVA⁶								
	p-valor							
Nível	0,1720	0,0342	0,6016	0,3968	0,7707	0,1048	0,9751	0,9354
Sexo	0,3629	0,4194	0,7693	0,9671	0,6957	0,3289	0,4048	0,8592
Nível x Sexo	0,2120	0,1446	0,6316	0,1963	0,9834	0,0601	0,7422	0,2108
Regressão								
Linear	0,2800	0,0612	0,4893	0,1235	0,5458	0,4195	0,9349	0,1039
Quadrática	0,2400	0,1382	0,6995	0,2401	0,7532	0,3194	0,9554	0,2004

¹Relação carne/osso; ²Capacidade de retenção de água; ³Perdas por cocção; ⁴Força de cisalhamento; ⁵CV = Coeficiente de variação; ⁶ANOVA = Análise de variância; Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si (P<0,05) pelo teste F.

Não houve diferença no pH da carne de coelhos alimentados com rações contendo resíduo desidratado de cervejaria em relação aos animais que receberam ração sem inclusão deste, e os valores encontraram-se dentro dos limites considerados normais, em torno de 5,5 a 6,2 (HULOT & OUHAYOUN, 1999).

Os resultados das variáveis da análise econômica (custo com alimentação, receita líquida, custo médio, índice de custo e índice de eficiência econômica) foram favoráveis à inclusão do resíduo desidratado de cervejaria na dieta dos coelhos (Tabela 9). Foi observado

efeito linear decrescente no custo com alimentação ($Y = 6,8367 - 0,0664X$; $R^2 = 0,6831$), e que a redução no custo com alimentação propiciou um menor custo médio com a inclusão do resíduo ($Y = 4,8562 - 0,0434X$; $R^2 = 0,5654$) e do índice de custo decrescente ($Y = 141,87 - 1,2682X$; $R^2 = 0,5654$), e efeito linear crescente no índice de eficiência econômica ($Y = 68,954 + 0,8748X$; $R^2 = 0,6132$).

Tabela 9. Custo com alimentação, receita líquida, custo médio, índice de custo e índice de eficiência econômica de coelhos em crescimento submetidos a diferentes níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria.

Nível de inclusão (%)	Parâmetros avaliados				
	Custo com alimentação (R\$)	Receita líquida (R\$)	Custo médio (R\$/kg)	Índice de custo	Índice de eficiência econômica
0	6,56	4,52	4,79	130,54	76,89
7	6,27	4,95	4,51	122,74	81,96
14	5,87*	5,16	4,36*	118,79*	84,58*
21	5,07*	5,65*	3,83*	104,28*	96,08*
28	4,99*	5,98*	3,67*	100,00*	100,00*
Sexo					
Macho	5,84	5,50 ^a	4,13 ^b	95,22 ^b	100,00 ^a
Fêmea	5,67	5,08 ^b	4,38 ^a	100,00 ^a	95,81 ^b
Média	5,75	5,29	4,25	97,61	97,90
CV¹	6,78	9,67	6,92	6,92	6,07
ANOVA²		p-valor			
Nível	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Sexo	0,1891	0,0157	0,0331	0,0331	0,0338
Nível x Sexo	0,6933	0,3117	0,1687	0,1687	0,0982
Regressão					
Linear	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Quadrática	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹CV = Coeficiente de variação; ²ANOVA = Análise de variância; Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F. *Difere do controle pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

Para a receita líquida ($Y = 5,0856 + 0,0296X + 0,0006X^2$; $R^2 = 0,5262$) observou-se efeito quadrático com o aumento até o nível de 24,67% de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria na dieta, sendo ainda observado que a partir do nível de 21% houve diferença em relação à dieta controle.

De acordo com os resultados da avaliação econômica, o resíduo desidratado de cervejaria pode ser incluído em dietas para coelhos dos 40 até os 90 dias de idade até o nível de 28%, mostrando-se viável e superior ao tratamento sem inclusão do ingrediente a partir de

14% de inclusão. Mufwa *et al.* (2011), trabalhando com níveis crescentes de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria na dieta de coelhos, também observaram redução nos custos com alimentação e custos por quilograma de peso ganho, concluindo que este ingrediente pode ser incluído em até 40% na dieta dos coelhos.

Embora o nível crescente do ingrediente nas dietas tenha resultado em aumento no teor de fibra em detergente neutro e indicado perdas na digestibilidade de alguns nutrientes pelos animais, observou-se que até o nível de 28% de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria, não foi verificado efeito negativo sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade de carne dos animais, corroborado a partir das variáveis da análise econômica que se apresentaram favoráveis à inclusão do resíduo.

4. CONCLUSÕES

O resíduo desidratado de cervejaria para coelhos em crescimento, no período de 40 a 90 dias de idade, apresenta em sua composição os valores da MS, da PB, do EE, do FDN, do FDA, e da MM de 90,43, 37,94, 8,06, 51,72, 22,08 e 5,30%, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade da MS, da PB, do FDN e do FDA de 80,54, 41,04, 90,15 e 64,85%, respectivamente. O valor da energia digestível do resíduo desidratado de cervejaria é de 3371,24 kcal/kg para coelhos em crescimento.

A inclusão do resíduo desidratado de cervejaria (RDC) até 28% promoveu melhores índices econômicos e reduziu o custo com alimentação sem prejudicar o desempenho, características da carcaça e qualidade da carne dos coelhos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, D.M.; LOPES, J.B.; KLEIN JUNIOR, M.H.; MERVAL, R.R.; SILVA, F.E.; TEIXEIRA, M.P. Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em terminação. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 465-472, 2011.
- ARAÚJO, I.G. **Coprodutos das indústrias cervejeira e vitivinícola no desempenho produtivo e reprodutivo de coelhos**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Maringá-PR: Universidade estadual de Maringá, 95p. 2015.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. AOAC International, 2005.
- BARBOSA, H.P.; COELHO, L.S.S.; FIALHO, E.T.; BELLAVER, C.; GUIDONE, A.L.; LEH, G.S. Utilização da radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Boletim de Indústria Animal**. v. 44, n. 2, p. 281-288, 1987.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S.; GOMES, P.C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BRAZ, J.M. Bagaço de cevada na dieta de suínos em fase de crescimento. **Seropédica: UFRRJ**, 2008.
- CASON, J.A.; LYON, C.E.; PAPA, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v. 76, n. 5, p. 785-787, 1997.
- CHOCT M. **Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals**. In: Bedford, M.R. & Partridge, G.G. (ed.) *Enzymes in farm animal nutrition*. Oxford, CAB Publishing. 2001.
- CONTE A.J.; TEIXEIRA A.S.; FIALHO E.T.; SCHOULTEN N.A.; BERTECHINI A.G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1147-1156, 2003.
- DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. Cambridge: University Press - CAB International, 344p. 1998.
- ETCHU, K.A.; HUMBURU, M.E.; NDAMUKONG, K.J.N.; AGBOR, E.B. Effect of varying levels of brewer's dried grain on the growth performance of weaner rabbits (*Oryctolagus Cuniculus*). **Greener journal of agricultural sciences**. Vol. 2, n.6, p. 237-245, October 2012.
- FERREIRA W.M.; FERREIRA S.R.A.; CASTRO EULER A.C.C.; MACHADO L.C.; OLIVEIRA C.E.A.; VASCONCELOS C.H.F. Avanços na nutrição e alimentação de coelhos no Brasil. **Anais...** In: Vol. 13, Zootec 2006.

FERREIRA, W.M.; SAAD, F.M.O.B.; PEREIRA, R.A.N. **Fundamentos da nutrição de coelhos**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

FISCHER, C. **Cia cervejaria BRAHMA**, Unidade Santa Catarina. 1996.

GILAVERTE, S.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; FERREIRA, E.M.; MENDES, C.Q.; GENTIL, R.S.; RODRIGUES, G.H. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 639-647, 2011.

HULOT, F.; OUHAYOUN, J. Muscular pH and related traits in rabbits: a review. **World Rabbit Science**, v. 7, n. 1, p. 15-36, 1999.

LEBAS, F.; COUDERT, P.; ROUVIER, A.; ROCHAMBEAU, H. **El conejo: cria y patologia**. Rome: Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación. 278p. 1986.

LIU, Y.; LYON, B.G.; WINDHAM, W.R.; LYON, C.E.; SAVAGE, E.M.. Prediction of physical, color and sensory characteristics of broiler breasts by visible/near infrared reflectance spectroscopy. **Poultry Science, Champaign**, v. 83, n. 8, p. 1467-1474, 2004.

LOUNAOUCI-OUYAED, G.; LAKABI-IOUALITENE, D.; BERCHICHE, M.; LEBAS, F. Field beans and brewer's grains as protein source for growing rabbits in algeria: first results on growth and carcass quality. **Nutrition and Digestive Physiology**. In: 9th World Rabbit Congress, Verona – Italy. June, p. 10-13, 2008.

LYON, C.E.; LYON, B.G.; DICKENS, J.A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: University of Connecticut; **Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 11p. 1965.

MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. Cereal grains and cereal by-products. **Animal Nutrition**, 6th edition: p. 560-582. 2002.

MUFWA, B.J.; KIBON, A.; MAFINDI, M.; YAKUBU, B. Effect of graded levels of brewers dried grain on the performance of growing rabbits: 1. Growth performance and economy of production. **Journal of sciences and multidisciplinary research**. v. 3, p. 47-54, Mach, 2011.

NASCIMENTO G.A.J.; COSTA F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR V.S.; BARROS L.R. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciências e agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 200-207, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of domestic animals: nutrient requirements of rabbits**. 2.ed.Washington D.C. 30p. 1977.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington: National Academy of Science, 189p. 1998.

OLIVEIRA, M.C.; LUI, J.F. Desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica de coelhos sexados abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 1149-1155, 2006.

PARTRIDGE, G.; WYATT, C. More flexibility with new generation of enzymes. **World Poultry**, v. 11, n. 4, p. 17-21, 1995.

PEREZ, J.M.; LEBAS, F.; GIDENNE, T.; MAERTENS, L.; XICCATO, G.; PARIGI-BINI, R.; DALLE ZOTTE, A. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. **World Rabbit Science**, v.3, n.1, p.41-43. 1995.

ROSTAGNO H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186 p. 2005.

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

SANTOS, M.; JIMÉNEZ, J.J.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; DEL NOZAL, M. J. Variability of brewer's spent grain within a brewery. **Food Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 17-21, 2003.

SCAPINELLO, C.; ANTUNES, E.B.; FURLAN, A.C.; JOBIM, C.C.; DE FARIA, H.G. Fenos de leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena leucocephala* cv. 'Cunningham') para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. DOI: 10.4025/actascianimsci.v25i2. 2006. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 301-306, 2008

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT: User's guide**. Version 6, 12. ed. Cary: SAS Institute Inc., 2000.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; LANNA, D. P. D.; BOIN, C. Development and evaluation of a tropical feed library for the Cornell net carbohydrate and protein system model. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.1-18, 2002.

VIEIRA, A.R.D.G. **Dreches de cervejaria relativamente à luzerna e à polpa de beterraba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia zootécnica) Lisboa: Universidade técnica de Lisboa, 81p. 2009.

VILLAMIDE, M. J. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. **Animal feed science and technology**, v. 57, n. 3, p. 211-223, 1996.