

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Determinação da Composição Química e do Valor
Nutritivo do Bagaço de Cevada em Suínos**

Marcia de Souza Vieira

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DO VALOR
NUTRITIVO DO BAGAÇO DE CEVADA EM SUÍNOS**

MARCIA DE SOUZA VIEIRA

Sob a Orientação do Professor
Antônio Assis Vieira

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção
do grau de **Mestre em**
Ciências no Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, Área
de Concentração em Produção
Animal

Seropédica, RJ
Março 2010

636.4084

V657d

T

Vieira, Marcia de Souza, 1980-.

Determinação da composição química e do valor nutritivo do bagaço de cevada com suínos / Marcia de Souza Vieira - 2010.

41 f.: il.

Orientador: Antônio Assis Vieira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: f. 25-30.

1. Suíno - Alimentação e rações - Teses. 2. Suíno - Nutrição - Teses. 3. Bagaço de Cevada como alimento - Teses. 4. Nutrição animal - Teses. 5. Digestibilidade - Teses. I. Vieira, Antônio Assis, 1958-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

MARCIA DE SOUZA VIEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 08/03/2010

Antônio Assis Vieira Dr. UFRRJ
(Orientador)

Patrícia de Azevedo Castelo Branco do Vale Dra. UENF

Augusto Vidal da Costa Gomes Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Luiz Gonçalves Vieira e Maristela de Souza Vieira, por tudo.
Aos meus irmãos Alan, Denis e Caroline por fazerem parte da minha vida.

“Não há anjo que chora por mais severo que seja o exercício do treinamento. Tornar-se forte é ser feliz porque assim você pode conhecer a própria capacidade de conduzir muitas pessoas a felicidade”

Daisaku Ikeda

*Acredite que é possível, mesmo quando tudo parece que vai dar errado
Acredite, mesmo que alguns digam que não irá conseguir
Acredite, mesmo que o sonho pareça impossível
Acredite, até o esgotamento das suas forças
Porque se você não acreditar...
Ninguém mais irá acreditar em você
E tudo terá sido em vão!*

Marcia Vieira

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ por ter possibilitado a conclusão de mais uma etapa da minha carreira profissional.

Aos professores desta Universidade, que contribuíram para minha formação profissional.

Ao Programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela oportunidade.

Ao Prof. Antônio Assis Vieira pela orientação e confiança.

Aos eternos amigos Tatiana, Alexandre e Priscila, que mesmo com as minhas ausências sempre estiveram presentes.

Aos companheiros Rosani pela amizade, incentivo, carinho e Vinícius pela amizade, e principalmente pelo bom humor de todas as horas.

Aos amigos Irineu Fernandes, Juliana Almeida, Claudia Navarro, Lídia Stivanin, Sara Teixeira, Tarsila Crivano, Luciene Soares, Alisson Jordão e Bruna Rangel pela amizade e carinho.

A Juliana Cosendey, Natália e Andréia por me acolherem em sua casa durante a fase de experimento em Campos dos Goytacazes.

As professoras Doutoras Cristina Amorim e Rita Trindade pelo apoio técnico, incentivo e amizade durante esta caminhada.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e a Escola Técnica Agrícola Antônio Sarlo pelo apoio para a realização do experimento de metabolismo.

Aos funcionários José, João e Jonas do Colégio Agrícola Antônio Sarlo - UENF pelo auxílio na condução do experimento.

Aos funcionários Tinho, Pedro, Betinho, Tarcísio, Cabral, Jorge, Valdecir, Fernando e Luis pela ajuda na condução do experimento realizado na suinocultura da FAIZ. Aos motoristas da UFRRJ pelas longas horas de viagem dedicadas antes, durante e pós período experimental.

Ao funcionário da Pós-Graduação Frank Sarubi pelo apoio, amizade e companheirismo.

Ao Instituto de Zootecnia na figura do Diretor César Crisóstomo pela disponibilidade e ajuda durante todo o período experimental.

A Capes, pelo financiamento da bolsa.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MARCIA DE SOUZA VIEIRA, filha de Luiz Gonçalves Vieira e Maristela de Souza Vieira, nasceu em Nova Iguaçu – RJ, em 29 de novembro de 1980.

Ingressou, em abril de 2003, no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, graduando-se em abril de 2008.

Durante o período de graduação foi monitora das disciplinas Anatomia Comparada dos Animais Domésticos e Extensão Rural.

Em março de 2008 foi aprovada no processo de seleção para o curso de Mestrado em Zootecnia, realizando seus estudos nas áreas de Nutrição de Monogástricos e Análise de Alimentos.

Foi bolsista de pós-graduação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES).

Em 08 de Março de 2010 apresentou e defendeu esta dissertação como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências.

RESUMO

VIEIRA, Marcia de Souza. **Valor nutritivo do bagaço de cevada determinado com suínos em crescimento**. 2010. 30p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a composição química, a energia digestível e a digestibilidade aparente dos nutrientes do bagaço de cevada. Para a análise da composição química foram avaliadas três partidas do BCV de mesma origem. As amostras foram submetidas à análise proximal para determinação da matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), macro e microminerais. As médias de 21,59; 5215,29 kcal/kg, 24,89; 10,82; 8,01; 15,99; 66,32; 24,24 e 56,28%, respectivamente, para MS, EB, PB, EE, MM, FB, FDN, FDA e carboidrato total encontradas nas três partidas tiveram valores semelhantes aqueles encontrados na literatura, caracterizando o BCV como um ingrediente de grande potencial para ser utilizado na alimentação de suínos. Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados cinco suínos machos castrados com peso médio de 35,0 kg. Os tratamentos consistiram de uma ração controle, formulada para atender as exigências dos suínos na fase de crescimento e uma ração teste, onde o BCV substituiu, na base na matéria seca, 40% da ração controle. Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo por um período de 12 dias, sendo sete dias para adaptação às gaiolas e as dietas e cinco dias para coleta de fezes e urina. Foi utilizado óxido férrico como marcador fecal. Os animais foram pesados no início do experimento e antes de iniciar as coletas para se determinar o consumo de ração que seria ofertado nesta fase. Cada suíno recebeu uma quantidade diária de ração restrita por unidade de peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). As fezes foram coletadas diariamente no período da manhã e da tarde, identificadas, pesadas e congeladas em freezer. A urina foi coletada uma vez ao dia, identificada, pesada e armazenada em refrigerador. Ao fim do experimento foi feita análise proximal das dietas, BCV, fezes e urina para determinação da digestibilidade dos nutrientes e do balanço do nitrogênio e do fósforo. A energia digestível do BCV foi de 2983 kcal/kg. A substituição de 40% da ração controle por bagaço de cevada alterou o metabolismo de nitrogênio. Houve uma redução na excreção urinária dos animais que receberam o BCV, aumentando a eficiência na utilização do N deste tratamento. Contudo houve redução na retenção do N e na digestibilidade da MS, PB, EE, MM, FDN, FDA, N e P. Concluiu-se que a característica fibrosa do BCV pode ter interferido de forma negativa na digestibilidade dos nutrientes.

Palavras-Chaves: Resíduos de cervejaria, Composição química, Digestibilidade,

ABSTRACT

VIEIRA, Marcia de Souza. **Value nutritive of barley bagasse determinated with growing pigs.** 2010. 30p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

This study was carried out to evaluate the chemical composition, the gross energy and the apparent digestibility of the nutrients of the barley bagasse (BB). For the chemical composition, three samples of the BB originated from the same beer industry were evaluated. Each sample of BB was submitted to the proximal analyses to determinate the dry matter (DM), gross energy (GE), crude protein (CP), ether extract (EE), ash, crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), macro and micro minerals and the total carbohydrates (TCH) and macro and micro minerals levels. The average of 21,59; 5215,29 kcal/kg, 24,89; 10,82; 8,01; 15,99; 66,32; 24,24 e 56,28%, respectively, for the DM, GE, CP, FE, MM, CF, NDF, ADF, TCH, that were determinate had their values similar to that met in the literature, characterizing the BB as an ingredient of great potential for swine feeding. For the digestibility assay, it was used five barrows with 35,0 kg of bodyweight, housed individually in metabolic cages. The treatments consisted of one ration based on corn and soybean meal, formulated to growing pigs, and one ration test where the BB replace 40% of the control ration. The barrows were raised on metabolism cages during 12 days, with seven days for the adaptation to the cages and five days of feces and urine collection. It was used the iron oxide as fecal marker. The barrows were fed based on metabolic weight ($\text{kg}^{0,75}$). It was used the method of total collect and the feces were collected twice daily at the morning and at afternoon, identified, weighted and kept in freezer. The urine was collected daily and kept in refrigerator. At the end of the experimental period it was made the analyzes of chemical composition of the rations, the feces and urine to determinate the digestibility of these nutrients and the balance of N and P. The DE of the BB was to 2983 kcal/kg. The replacement of 40% control ration to BB caused change in the nitrogen metabolism. Occurred reduction in the urinary excretion in the barrows fed with ration containing 40% of BB improving the utilization of N. Although, occurred reduction of retention of and in the digestibility of the DM, and the nutrients, CP, EE, MM, NDF, ADF, N and P. It concluded that the BB worsened the digestibility of the nutrients.

Key words: Alternative feeds. Brewery residues. Chemical composition. Digestibility. Nitrogen balance. Pigs.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal e química da ração referência.....	8
Tabela 2. Composição química e valor energético do bagaço de cevada em três diferentes coletas	13
Tabela 3. Composição bromatológica ¹ das rações experimentais e do bagaço de cevada	16
Tabela 4. Energia digestível do bagaço de cevada.....	17
Tabela 5. Balanço de nitrogênio de suínos em crescimento alimentados com ração contendo bagaço de cevada.....	18
Tabela 6. Digestibilidade do fósforo de rações e do BCV para suínos em crescimento	20
Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína, extrato etéreo, cinza, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de rações contendo bagaço de cevada para suínos em crescimento	21
Tabela 8. Proteína, extrato etéreo, cinza, fibra em detergente neutro (FDN), e fibra em detergente ácido (FDA) digestíveis da ração referência, da ração teste e do bagaço de cevada para suínos em crescimento	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. fluxograma de processo genérico da produção de cerveja.....	4
Figura 2. Distribuição dos animais nas gaiolas metabólicas	8
Figura 3. Bagaço de cevada na forma como foi transportado, armazenado e utilizado	9
Figura 4. Procedimento de fornecimento da ração, coleta e armazenamento das fezes	11
Figura 5. Procedimento de coleta e armazenagem da urina	11

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Utilização de alimentos fibrosos na ração de suínos	2
2.2 Bagaço de Cevada: obtenção e aspectos ambientais relativos à sua produção	3
2.3 Fatores que afetam a digestibilidade.....	5
2.4 Digestibilidade do Nitrogênio e do Fósforo	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Composição química do bagaço de cevada	7
3.2 Energia digestível e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do bagaço de cevada ...	7
3.2.1 Local	7
3.2.2 Animais Experimentais e Instalações	7
3.2.3 Tratamentos.....	8
3.2.4 Bagaço de Cevada Utilizado	9
3.2.5 Manejo, Coleta de Dados e Amostras	9
3.2.6 Coleta de Fezes	10
3.2.7 Coleta de Urina	11
3.2.8 Análises	11
3.2.9 Energia Digestível Aparente (ED)	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 Composição química do bagaço de cevada	13
4.2 Energia digestível e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do bagaço de cevada .	16
4.2.1 Energia.....	17
4.2.2 Balanço de Nitrogênio	17
4.2.3 Balanço do Fósforo	19
4.2.4 Coeficientes de Digestibilidade dos Nutrientes	20
4.2.5 Nutrientes Digestíveis.....	23
5 CONCLUSÕES	24
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

A utilização de subprodutos na ração de animais de interesse zootécnico vem sendo realizada a centenas de anos. Atualmente o uso de subprodutos se intensificou entre os pecuaristas e nutricionistas, principalmente devido a questões de ordem econômica e de sustentabilidade.

Diversos estudos, na área de nutrição animal, têm concentrado esforços em descobrir ingredientes que substituam, pelo menos em parte, os tradicionais ingredientes milho e farelo de soja, comumente utilizados na alimentação dos suínos e de outras espécies domésticas. Segundo Giroto & Santos Filho (2000) a alimentação representa cerca de 75% dos custos de produção dos suínos. Logo o conhecimento, de fontes alimentares que venham a reduzir estes custos, sem o comprometimento do desempenho animal é válido para qualquer sistema produtivo.

Uma alternativa utilizada pelos produtores para reduzir os custos de produção, sem comprometer os índices zootécnicos, é a utilização de subprodutos da agroindústria. Assim, dependendo do valor nutricional, os resíduos da agroindústria podem substituir parcial ou totalmente os alimentos concentrados liberando parcela significativa dos grãos para outros fins. Além disso, a utilização de subprodutos na alimentação animal dá um destino nobre a estes resíduos, diminuindo a carga ambiental negativa que estes teriam ao serem lançados no ambiente, devido ao seu alto teor de matéria orgânica e de elementos químicos. Estes nutrientes, que no meio ambiente gerariam desequilíbrio, podem ser usados como fonte de energia, proteína, minerais e vitaminas para os animais.

É de conhecimento que as indústrias cervejeiras produzem grande quantidade de resíduos que se não forem devidamente eliminados ou reaproveitados causarão grande impacto no ambiente. Subprodutos da cevada são produzidos em larga escala pela indústria de cerveja, sendo o bagaço de cevada (BCV) um dos resíduos produzidos em maior quantidade e com grande potencial para ser utilizado na alimentação dos suínos, devido as suas características químicas. O BCV, também conhecido com várias outras denominações, como resíduo úmido de cervejaria, bagaço de malte e polpa úmida de cervejaria, apresenta elevado teor protéico, boa palatabilidade, fácil manuseio e é aceito pela espécie suína. Entretanto, por ser um subproduto de elevado teor de umidade pode apresentar variação na sua composição nutricional, de acordo com o grão de cevada utilizado ou com o tipo de processamento a que tenha sido submetido no processo de fabricação da cerveja, para a obtenção de cervejas com sabores diferenciados. Além disto, o BCV possui alto teor de fibras em função da fermentação da maior parte dos componentes intracelulares, principalmente os carboidratos.

Assim, para utilização do BCV em rações balanceadas para suínos é necessário o conhecimento de diversas informações relativas ao seu valor nutricional, representado pela composição química, conteúdo de aminoácidos, valores energéticos e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. De posse destes dados, torna-se possível a elaboração de rações balanceadas que permitam otimizar o aproveitamento dos nutrientes pelos animais, auxiliando na diminuição dos custos de produção dos suínos e na excreção de nutrientes para o ambiente.

Contudo, não foi encontradas na literatura consultada, informações a respeito de estudos sobre a digestibilidade dos nutrientes do BCV dificultando a introdução desse subproduto em rações balanceadas para suínos em crescimento.

Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a composição química, a energia digestível e a digestibilidade aparente dos nutrientes do bagaço de cevada em suínos em crescimento. Desta forma, buscar prever as melhores condições para o adequado aproveitamento do BCV na ração de suínos em crescimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Utilização de alimentos fibrosos na ração de suínos

Devido ao aumento da demanda por grãos para a utilização na alimentação humana bem como para a produção de bicompostíveis tem se observado um aumento no uso de subprodutos oriundos de agroindústrias na alimentação dos suínos. A grande maioria desses subprodutos é rica em fibras, uma vez que seu conteúdo mais digestível foi retirado durante o processamento. Além de ser uma alternativa ao uso dos grãos, a utilização dos subprodutos na alimentação de animais de produção é interessante do ponto de vista ambiental.

A possibilidade de se aumentar o uso de subprodutos e forragens de elevado teor fibroso na produção de suínos tem sido estudada por diversos pesquisadores e os resultados têm demonstrado que porcas são mais aptas para utilizar fibra do que suínos desmamados ou em fase de crescimento/terminação (CLOSE, 1994). Os suínos jovens, em virtude do menor desenvolvimento do trato gastrointestinal, têm menor área para a disseminação da população microbiana, resultando em menor aproveitamento do alimento fibroso. Ressalta-se, ainda, que há uma considerável capacidade de adaptação da morfologia e da microbiota do trato gastrointestinal desses animais às rações fibrosas, sendo de grande importância para a intensidade de degradação da fibra, também a sua composição química e origem (TEIXEIRA, 1995).

Há, portanto, um potencial considerável para a incorporação de fontes de fibra e subprodutos em estratégias alimentares para suínos nos países em desenvolvimento, com economia e vantagem produtiva.

Silva et al. (2002) avaliaram a inclusão do farelo de girassol, que é um ingrediente altamente fibroso (31,6% FB), na alimentação de suínos em crescimento e terminação e concluíram que a inclusão de até 21% deste ingrediente na ração de suínos não influenciou as características de desempenho e de carcaça. Farias et al. (2008) avaliaram o metabolismo e o desempenho de suínos em crescimento alimentados com o pseudofruto do cajueiro (11,04% FB), observando que este ingrediente pode ser usado em até 20% na ração de suínos em crescimento, sem perda de desempenho.

Por ser um subproduto de bom valor nutricional, o BCV vem sendo utilizado na alimentação de animais de produção com grande eficiência. Contudo, este uso tem sido feito de forma empírica. Há uma grande necessidade de maiores informações relativas à sua composição química e seu valor nutricional, principalmente para a espécie suína.

Alem disso, estes dados corroboram o fato de que os suínos aproveitam de forma distinta os alimentos com características mais fibrosas, devendo-se, entretanto, estar atento aos níveis de inclusão determinado nos respectivos ensaios.

Abreu et al. (2004) e Gomes et al. (2004) testaram a inclusão do bagaço de cevada (BCV) na alimentação de suínos, sendo que os primeiros autores testaram animais na fase de crescimento e os segundos autores testaram animais em fase de crescimento e terminação, com inclusão do BCV em até 40% substituindo a ração. Estes autores observaram aumento do consumo diário de matéria seca, sem influência sobre a conversão alimentar e com redução dos custos da alimentação. Eles também relatam que o uso do BCV mostrou ser uma estratégia economicamente viável como ingrediente na alimentação de suínos em crescimento e terminação.

Vieira et al. (2006) testaram a inclusão do BCV, na alimentação de suínos em crescimento, até o nível de 50%. Estes autores observaram efeito quadrático do nível de BCV, ocorrendo aumento do consumo total de matéria seca até 14,91% de inclusão na ração e redução com níveis acima desse valor. Foi observado, neste mesmo estudo, efeito quadrático sobre o ganho de peso, com aumento do nível 12,85% de inclusão e redução com níveis acima

deste e, da mesma maneira, observaram que haveria melhora na conversão alimentar com a inclusão de 13,38% de BCV e piora na conversão com inclusão de bagaço acima desse nível.

Para avaliar se haveria ganho compensatório dos animais que tiveram piores desempenhos na fase de crescimento devido aos maiores níveis de inclusão de BCV em suas rações, Vieira et al. (2006a) avaliaram características de carcaça de animais abatidos em fase de terminação, mas que só receberam o BCV em suas rações na fase de crescimento. Não foi observado, por estes autores, influência da inclusão do BCV na ração fornecida na fase de crescimento sobre a maioria dos parâmetros de carcaça avaliados, comprovando ter havido ganho compensatório durante a fase de terminação quando os animais passaram a receber ração convencional (à base de milho e farelo de soja), apesar de terem observado redução (efeito quadrático) dos pesos de carcaça quente e redução linear dos pesos de paleta e sobrepaleta, porém sem influência sobre os pesos de carcaça resfriada. Os autores concluíram que o BCV pode ser incluído na ração de suínos em fase de crescimento em até 50% sem comprometer a qualidade de carcaça. Além disto, não foi observado efeito do BCV sobre o peso dos órgãos gastrintestinais (VIEIRA et al. 2006b)

Em recentes estudos, Costa et al. (2009, 2009a) realizaram estudos com suínos em crescimento e terminação e níveis de inclusão de BCV até 15,00% na ração, com base na matéria natural, mantendo os mesmos níveis protéicos e energéticos da ração referência. Estes autores também comprovaram que o BCV pode ser utilizado na ração de suínos em até 15,00%. Os autores afirmaram que 15,00% seria o máximo valor possível de inclusão de BCV nas rações com os valores nutricionais disponíveis na literatura consultada que permitiram formular rações isonutricionais para o estudo.

Vieira et al. (2009) estudaram a digestibilidade do BCV em rações para suínos em terminação utilizando rações isoprotéicas e isoenergéticas a um nível máximo de 15,00% de inclusão na matéria natural. Os autores não observaram efeito do BCV sobre a digestibilidade dos principais nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) e concluíram que o BCV na ração de suínos, até o nível de 15,00% de inclusão na matéria natural, não afetou a digestibilidade dos nutrientes nem contribuiu para o aumento da poluição ambiental.

A análise química e os ensaios de digestibilidade são os primeiros itens para determinar o potencial e o valor nutritivo de um alimento fibroso. As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada mediante a determinação de seus coeficientes de digestibilidade. A digestibilidade de uma ração e/ou alimento é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia neles contidos. A determinação da digestibilidade dos nutrientes de um ingrediente é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão deste em rações para suínos (PEZZATO et al., 2004). Além disto, o estudo do incremento de fibra, mais especificamente a fibra em detergente neutro na ração de suínos sugere que a utilização de fibra dietética deve ser criteriosamente considerada para determinadas categorias animais, uma vez que este componente é responsável pela redução na digestibilidade dos nutrientes.

2.2 Bagaço de Cevada: obtenção e aspectos ambientais relativos à sua produção

O Brasil é o quarto país no ranking mundial de produção de cerveja com 10,34 bilhões de litros por ano, perdendo apenas, em volume, para a China (35 bilhões de litros/ano), Estados Unidos (23,6 bilhões de litros/ano) e Alemanha (10,7 bilhões de litros/ano). Dentro do país existem atualmente 47 fábricas de cerveja, em geral de grande e médio porte, e em sua maioria localizadas próximas aos grandes centros consumidores do país. Desta forma, a região Sudeste responde por cerca de 57,5% da produção (aproximadamente 4,6 bilhões), a região Nordeste por 17,3% (1,4 bilhões), a região Sul com 14,8% (1,2 bilhões), a região Centro-Oeste com 7,5% (0,6 bilhões) e a região Norte com 2,9% (0,3 bilhões). De acordo

com dados do setor, esta produção é escoada por uma rede de mais de 1,5 mil revendedores, que atendem cerca de um milhão de pontos-de-venda em todo o país (SANTOS, 2005).

O BCV é um subproduto intermediário do processo de fabricação da cerveja. O processo para a formação do BCV inicia com a obtenção do malte. Os grãos de cevada passam por seleção, embebição (umedecimento), germinação e secagem. Em certos tipos de processo, o malte é ainda torrado, num processo semelhante à torrefação do café. Após a obtenção do malte, inicia-se o processo para a formação do mosto. Este pode ser definido como uma solução aquosa de açúcares, que serão os alimentos para as bactérias que realizam a fermentação, dando origem ao álcool. O mosto é cozido, moído, macerado e por fim, filtrado. A parte sólida retida é denominada bagaço de cevada ou bagaço de malte. No final do processo de maltagem, dependendo do tipo de grão de cereal utilizado (cevada, milho ou arroz), pode ocorrer a geração de até 40% de resíduo (CABRAL FILHO, 1999).

A Figura 1, abaixo, descreve todo o processo de fabricação da cerveja com destaque para a etapa de formação do bagaço de cevada.

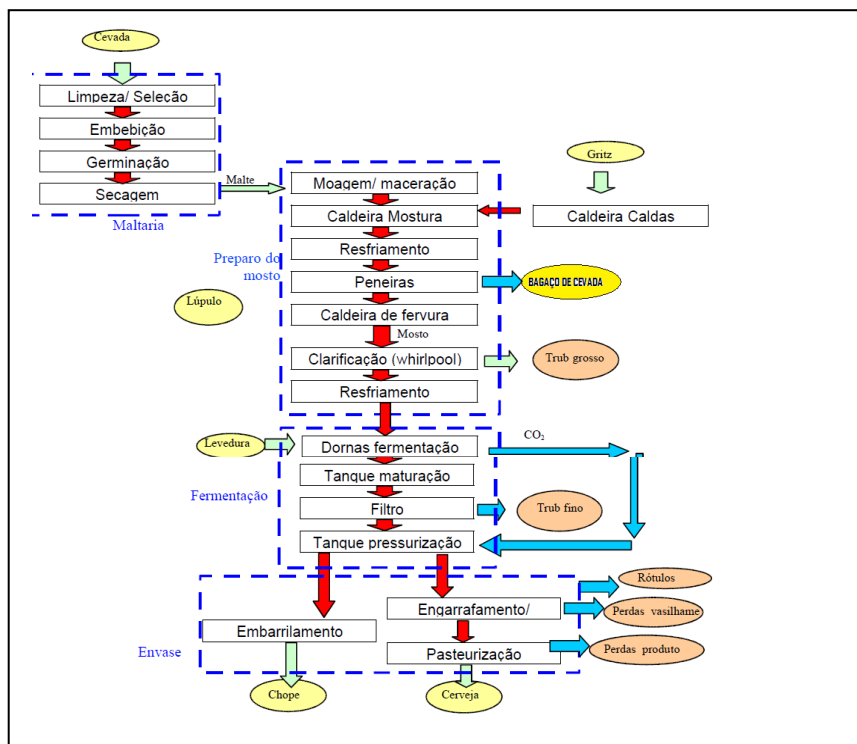


Figura 1. Fluxograma de processo genérico da produção de cerveja

Com relação aos impactos ambientais, pode-se dizer que os principais pontos de atenção do setor cervejeiro são oriundos da geração de resíduos sólidos de etapas de filtração antes e depois da fermentação, odores e geração de efluentes dos sistemas de refrigeração, etc.

O BCV representa o maior percentual de resíduo sólido gerado na fabricação da cerveja, cerca de 85% (COSTA et al., 2006).

Este resíduo pode ter sua composição variável em função de diversos fatores. Clark et al. (1987) observaram que o resíduo úmido de cervejaria apresenta valores proporcionalmente maiores de proteína e de outros nutrientes, com exceção do amido, quando comparado com o próprio grão de cevada. West & Martin, (1994) encontraram valores de 29,6% proteína bruta (PB), 65,5% fibra em detergente neutro (FDN) e 6,8% de fibra em detergente ácido (FDA). Cabral Filho (1999) observou valores de 24,8% (PB), 59,9% (FDN) e 8,8% extrato etéreo

(EE). Geron et al. (2005) obtiveram valores de 31,6 %; 59,65% e 5,46%, para PB, FDN e EE, respectivamente.

Segundo Gomes et al. (2004) e Abreu et al. (2004) o BCV é uma produto que apresenta alto teor de umidade, em torno de 75,0%, porém rico em proteína bruta (23,0%, em 25,60% de MS), energia, vitaminas e minerais, com alto teor de fibra bruta (em torno de 20,0%, em 25,60% de MS) e de nutrientes digestíveis totais de 74,0%, tendo características próximas às do farelo de trigo e à do milho moído com palha e sabugo, ingredientes tradicionalmente utilizados na alimentação animal. Além disto, Costa et al. (2006) realizaram ensaios de digestibilidade com suínos em crescimento e terminação com objetivo de determinar valores de energia digestível do BCV e obtiveram valores de energia digestível de 2416 kcal/kg de matéria seca, para suínos em crescimento e de 2745 kcal/kg de matéria seca para suínos em terminação, afirmando que a utilização do BCV pode ser viável principalmente na fase de terminação.

2.3 Fatores que afetam a digestibilidade

Os alimentos convencionalmente conhecidos como bagaços normalmente possuem alto teor de fibra bruta na sua composição, uma vez que estes produtos são obtidos de grãos nos quais os componentes nutricionais mais digestíveis foram retirados no processo de beneficiamento do alimento. Bellaver et al. (1985) afirmaram que o aumento da inclusão de radícula de cevada na ração de suínos aumentou os valores de fibra bruta das rações.

Teoricamente, a fibra dietética pode causar erros de avaliação na digestibilidade da proteína e de aminoácidos, devido ao estímulo a síntese de proteína bacteriana. Além disso, tem-se constatado que a inclusão de fibra na ração resulta em aumento da descamação da mucosa intestinal e incremento da produção de muco, levando ao aumento na perda de aminoácidos endógenos (SCHEEMAN et al., 1982). Pozza et al. (2003), trabalhando com suínos anastomosados, com peso médio inicial de 22,00 kg, alimentados com ração isenta de proteína e com 2,36% de fibra bruta, proveniente da inclusão de casca de arroz, encontraram menor excreção endógena para a cistina e maior excreção para o ácido glutâmico, em relação aos demais aminoácidos avaliados.

É importante se considerar a variação na digestibilidade dos aminoácidos para cada alimento. Sauer & Ozimek (1986), citaram para a lisina, variações de 65,00 a 79,00% na cevada, 62,00 a 81,00% no trigo e 71,00 a 82,00% no milho.

Rostagno et al. (1999) analisando a digestibilidade e a composição aminoacídica de diversos alimentos concluíram que estes têm tanto a digestibilidade quanto a composição dos aminoácidos muito variável e grande parte dessa variação pode estar relacionada com o conteúdo relativamente baixo de aminoácidos nos grãos. Pequenas variações nos valores de aminoácidos endógenos podem explicar grandes variações nos valores de digestibilidade aparente. Além disso, devem-se considerar outros fatores como variedade do grão, aplicação de fertilizantes e condições ambientais.

As diferenças entre os valores de digestibilidade ileal de aminoácidos, bem como para outros nutrientes podem ser atribuídas também ao processamento térmico a que foram submetidos os ingredientes (POZZA et al., 2003).

Quanto aos fatores antinutricionais, determinados oligossacarídeos reduzem discretamente a digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca, do nitrogênio e de aminoácidos da soja e seus subprodutos. Outros fatores antinutricionais podem ter maior importância neste aspecto (SMIRICKY et al., 2002).

Estudos com suínos em crescimento-terminação comprovaram melhoria na digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos quando o nível de óleo de canola na ração foi aumentado de 2 para 10% (IMBEAH & SAUER, 1991). Albin et al. (2001), estudando a

inclusão de 0, 10 e 20% de óleos de soja e de palma nas rações, observaram aumento da digestibilidade ileal de serina, histidina, arginina, tirosina e leucina com adição de 10 e 20% de óleo e melhora da digestibilidade de arginina e leucina quando o óleo foi adicionado na proporção de 20% da ração.

2.4 Digestibilidade do Nitrogênio e do Fósforo

A qualidade da ração fornecida aos animais em suas diferentes fases de criação é um dos principais fatores que afetam a composição química das fezes dos suínos. Estas rações são formuladas com o objetivo de garantir que estes animais recebam todos os nutrientes exigidos para manutenção e máximo desempenho. Contudo, na prática, alguns nutrientes são fornecidos em excesso para garantir uma margem de segurança resultando em excessivas quantidades de nitrogênio, fósforo e outros nutrientes nas fezes e urina dos suínos. Ou ainda, devido a fatores antinutricionais inerentes aos ingredientes, muitos nutrientes podem não ser absorvidos e serem eliminados nas fezes aumentando os níveis de poluição e reduzindo a eficiência do alimento sobre o ganho de peso dos animais.

O nitrogênio e o fósforo são considerados como os principais problemas de poluição dos recursos hídricos. Rações ricas em proteína, e conseqüentemente em nitrogênio, exigem maior consumo de água. A excreção de urina é tanto maior quanto mais elevado for o nível de N da ração. A média de eficiência de utilização do N da ração de suínos é de 29% e do P é de 28%. Nesse mesmo contexto, é sugerido pelo NRC (1998) que 45 a 60% do N e 70 a 95% do P consumidos são excretados pelos animais. Um excesso de proteína dietética ou deficiência de energia poderá causar uma maior utilização da proteína como fonte de energia. Dessa forma, o excesso de proteína será desaminado e as cadeias carbônicas resultantes dos aminoácidos serão utilizadas como fonte de energia e o nitrogênio será excretado na forma de uréia. Além dos macrominerais essenciais, os dejetos de suínos, devido à suplementação mineral oferecida aos animais, contém microminerais como o Zn, Mn, Cu e Fe que, em doses elevadas podem ser tóxicos às plantas e contaminar os cursos d'água.

O fósforo, além de ser o terceiro nutriente mais oneroso nas rações para monogástricos, atrás da proteína e energia, é considerado um dos nutrientes mais poluidores do ambiente. Tal fato reside em grande parte pelo baixo aproveitamento do fósforo das fontes vegetais pelas aves e suínos, exigindo a suplementação de fontes inorgânicas de fósforo, o que leva a formulação de rações com alto conteúdo de fósforo total, e conseqüentemente, alta excreção de fósforo nos dejetos. Isto ocorre porque o fósforo está quelatado formando o fitato.

Várias pesquisas têm sido conduzidas a fim de determinar a digestibilidade e/ou disponibilidade do fósforo nos diversos alimentos utilizados nas rações de suínos. Jongbloed et al. (1991) citaram que o ensaio de digestibilidade é uma metodologia prática e rápida para determinar a digestibilidade do fósforo nos alimentos, uma vez que, para avaliar a disponibilidade deste mineral utilizam-se ensaios de crescimento que demandam maior tempo e número de animais, além do sacrifício destes para avaliar a deposição do mineral nos tecidos (ossos). Os ensaios para determinação de digestibilidade do fósforo e do nitrogênio nos alimentos são conduzidos em gaiolas metabólicas, de forma semelhante à determinação dos valores energéticos dos alimentos, realizando a coleta de fezes e urina para análise da quantidade do nutriente excretado. Posteriormente, mediante a determinação da diferença entre a quantidade do nutriente ingerida menos a excretada, e da correção pelo nutriente endógeno excretado, determina-se a quantidade absorvida de cada alimento.

Portanto, é de extrema importância se considerar a digestibilidade do nitrogênio e do fósforo nos diferentes ingredientes alimentares utilizados na alimentação dos suínos e desta forma utilizar estratégias que venham a minimizar o impacto destes minerais no meio ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Composição química do bagaço de cevada

O BCV foi obtido da indústria de cerveja AMBEV-RJ, situado à Antiga Estrada Rio-São Paulo, nº 5799, km 30, bairro Campo Grande, em três partidas, sendo a primeira coleta realizada em agosto de 2008, a segunda em novembro de 2009 e a terceira em dezembro de 2009. De cada partida foram retiradas três alíquotas para a formação de uma amostra composta, consideradas como repetições, que foram submetidas à análise proximal. Procedeu-se à determinação: da matéria seca (MS%) em estufa de ventilação forçada a 55°C, para determinação da amostra seca ao ar e, posteriormente, em estufa a 105°C, para determinação da matéria seca total; do teor de nitrogênio (N) e proteína bruta (PB%) pelo Método de Kjeldhal; da matéria mineral (MM%) por meio de resíduo da incineração da amostra em forno mufla a 500 – 550°C; do extrato etéreo (EE%) pelo método do resíduo de substâncias solúveis em éter de petróleo e; da fibra bruta (FB%) pelo método de hidrólise ácida e alcalina, segundo as metodologias descritas por Silva (1990), a exceção da fibra em detergente neutro (FDN%) e fibra em detergente ácido (FDA%) que foi determinada segundo o método de Van Soest (1994).

A energia bruta (EB kcal/kg) do BCV foi determinada pela queima pressurizada com oxigênio em bomba calorimétrica modelo PARR.

O extrativo não nitrogenado (ENN) foi obtido pela equação $ENN = 100 - (\%PB + \%C + \%EE + \%FB)$.

As análises de MS, EB, EE, C, N, PB, FB, FDN e FDA foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do IZ da UFRRJ.

As análises de macrominerais e microminerais do BCV foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Planta e Resíduos, do IA da UFRRJ, seguindo a metodologia de Tedesco (1995), sendo determinados os teores de, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn.

3.2 Energia digestível e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do bagaço de cevada

3.2.1 Local

O ensaio de digestibilidade foi conduzido no Setor de Suinocultura da Escola Técnica Agrícola Antônio Sarlo e no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) UENF, no município de Campos dos Goytacazes, RJ, no mês de novembro de 2009.

3.2.2 Animais Experimentais e Instalações

Foram utilizados cinco suínos machos castrados mestiços Large White, Duroc e Landrace com peso médio de 35,0 kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, semelhante àquelas descritas por Pekas (1968), localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto, pé direito 3,0m com paredes laterais de 1,5m, coberto com telhas de amianto. Na Figura 2 pode ser observada a distribuição dos animais nas gaiolas.



Figura 2. Distribuição dos animais nas gaiolas metabólicas

3.2.3 Tratamentos

Os tratamentos consistiram de uma ração referência (Tabela 1), à base de milho e farelo de soja, formulada para atender as exigências dos suínos na fase de crescimento, de acordo com Rostagno et al. (2005) e uma ração teste, em que o BCV substituiu 40% da ração referência, com base na matéria seca.

Tabela 1. Composição centesimal e química da ração referência

Ingredientes	Composição
Milho	74,00
Farelo de soja	21,40
Calcário calcítico	0,42
Fosfato bicálcico	1,52
Sal comum	0,36
Óleo de soja	0,83
Mistura mineral ²	0,25
Mistura vitamínica ³	0,25
DL-Metionina	0,06
L-Lisina	0,31
L-Treonina	0,07
Inerte	0,50
Total	100,00
Nutrientes	Composição Calculada ⁴
Energia digestível (kcal/kg)	3.394,30
Proteína bruta (%)	16,47
Ácido linoléico (%)	1,89
Lisina total (%)	1,02
Metionina + cistina total (%)	0,61
Metionina Total (%)	0,33

Treonina total (%)	0,69
Triptofano total (%)	0,18
Valina total (%)	0,75
Sódio (%)	0,17
Cálcio (%)	0,63
Fósforo disponível (%)	0,38
Fósforo total (%)	0,58
Fibra bruta (%)	2,71

^{2/} Níveis de garantia por kg de produto: ferro: 60000 mg; cobre: 13000 mg; manganês: 120000; zinco: 100000 mg; iodo: 2500 mg; selênio: 500 mg e excipiente q.s.p.: 1000 g

^{3/} Níveis de garantia por Kg do produto: Vit. A: 6000000 UI; Vit D₃: 2000000 UI; Vit E: 12000 mg; Vit K₃: 800 mg; Vit B₁: 1000 mg; Vit B₂: 4500 mg; Vit B₆: 1500 mg; Vit B₁₂: 12000 mg; niacina: 30000 mg; pantotenato de cálcio: 10000 mg; ácido fólico: 550 mg; biotina: 50 g; antioxidante: 5000 mg; excipiente q.s.p.: 1000 g.

^{4/} Tabelas brasileira para aves e suínos.

3.2.4 Bagaço de Cevada Utilizado

A composição bromatológica do BCV, utilizada no presente experimento, encontra-se na Tabela 3. O teor de umidade encontrado foi de 78,74%. Este valor está dentro do padrão de umidade para este tipo de alimento.

O BCV, em quantidade suficiente para ser utilizado durante todo o ensaio de digestibilidade, foi armazenado em sacos plásticos, os quais foram colocados em tonéis plásticos com tampa. Este procedimento foi adotado para evitar possíveis mudanças nas características químicas do produto, como observado na Figura 3. Nestas condições, o BCV foi transportado da UFRRJ para a UENF sendo necessário cerca de cinco horas para esse transporte.

O BCV apresentou consistência pastosa, homogênea, coloração marrom claro e odor característicos. Devido ao curto tempo experimental, não foram observadas mudanças significativas na textura, cor e odor do BCV.



Figura 3. Bagaço de cevada na forma como foi transportado, armazenado e utilizado

3.2.5 Manejo, Coleta de Dados e Amostras

A duração do período experimental foi de doze (12) dias, sendo sete (7) dias para adaptação dos animais às gaiolas, rações experimentais e regularização do consumo de alimentos, que resultou na determinação do fornecimento diário de ração em quantidades iguais às fornecidas durante o período de coleta, e cinco dias para coleta de fezes e urina.

Os animais foram pesados antes de entrarem nas gaiolas para se determinar o consumo inicial de ração e ao final do período de adaptação (8^a dia). Durante o período de adaptação, foi quantificado diariamente o consumo voluntário de ambas as rações experimentais, para cada animal nos diferentes tratamentos, e o menor consumo serviu de base para a quantidade de ração a ser fornecida durante o período experimental. O peso vivo de cada animal foi elevado a 0,75 para o cálculo do peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). O consumo, em g/d, de cada animal foi dividido pelo seu peso metabólico para se determinar qual o menor consumo do grupo de animais. Determinado o menor consumo, este foi multiplicado pelo peso vivo de cada animal e, desta forma foi determinada a quantidade de ração a ser fornecida a cada animal durante o período de coleta. Assim, cada suíno recebeu uma quantidade diária de ração restrita por unidade de peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$).

No manejo alimentar as rações foram oferecidas duas vezes ao dia (em duas refeições diárias), sendo a primeira refeição fornecida às 09:00 horas e a segunda às 15:00 horas, durante todo o período experimental.

No tratamento referência, a ração foi fornecida processada (farelada), enquanto no tratamento com BCV, o mesmo foi misturado à ração, na proporção adequada para contribuir com 40% da matéria seca total, no momento do fornecimento.

Os animais tiveram livre acesso à água que foi fornecida em bebedouro tipo nipple, sobre o comedouro, acoplado à gaiola.

Para determinar o início e o final do período de coleta, adicionou-se às rações 1% de óxido férrico (Fe_2O_3) como marcador fecal.

3.2.6 Coleta de Fezes

Foi utilizado o método de coleta total de fezes, sendo realizadas duas coletas diárias, às 9:00 e às 16:00 horas. As fezes foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas, pesadas e congeladas em freezer (-10 °C). Após o período de coleta, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, homogeneizadas e retirada uma amostra composta representativa dos cinco dias de coleta. Em seguida foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 56 °C, por um período de 72 horas. Depois de retiradas da estufa, e atingindo o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em frascos de plástico com tampa, devidamente identificados, para posterior retirada de alíquotas destinadas à realização das análises de matéria seca, energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo, cinza, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, macro e microminerais. A Figura 4 resume o procedimento de incorporação do BCV à ração referência, a coleta e o armazenamento das fezes.





Figura 4. Procedimento de fornecimento da ração, coleta e armazenamento das fezes

3.2.7 Coleta de Urina

A urina foi coletada uma vez ao dia, em baldes plásticos, contendo 20 ml de HCL (diluído na proporção 1:1) para evitar fermentação e consequente perda de nitrogênio. O volume diário de urina coletado foi completado com água destilada, para quatro litros (4 L), de acordo com a quantidade de urina produzida por cada animal, com a finalidade de ter um volume constante para todos os animais. Foi utilizado um funil coletor contendo filtro (tela de nylon de malha fina), objetivando reter possíveis impurezas, principalmente pêlos, fezes e ração. Após a coleta foi retirada uma alíquota diária de 150 ml em frascos de plásticos que foram identificados e armazenados em geladeira (3°C), sendo um para cada animal (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Posteriormente, o volume total de urina dos cinco dias de coleta foi homogeneizado e retirada uma amostra composta para realização das análises de nitrogênio. A Figura 5 resume o procedimento de coleta e armazenamento da urina.



Figura 5. Procedimento de coleta e armazenagem da urina

3.2.8 Análises

As análises químicas dos alimentos e das excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFRRJ, de acordo com a metodologia descrita por Silva (1990), com

exceção das análises de macro e microminerais que foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Planta e Resíduo da UFRRJ, seguindo a metodologia de Tedesco (1995).

Foram determinados: energia digestível (ED), balanço de nitrogênio e fósforo, coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), proteína bruta (CDaPB), extrato etéreo (CDaEE), cinza (CDaC), fibra em detergente neutro (CDaFDN), fibra em detergente ácido (CDaFDA), proteína (PD), extrato etéreo (EED), fibra em detergente neutro (FDND), fibra em detergente ácido digestível (FDAD), da ração referência, ração teste e do BCV. Estas respostas foram calculadas por meio da fórmula de Matterson et al. (1965). Para o cálculo da ED registrou-se, diariamente, o consumo total de ração, bem como o total de fezes produzidas.

3.2.9 Energia Digestível Aparente (ED)

$$ED_{\text{Ração referência}} = \frac{EB_{\text{ing}} - EB_{\text{exc fezes}}}{MS_{\text{ing}}}, \text{ onde}$$

$$ED_{\text{Ração teste}} = \frac{EB_{\text{ing}} - EB_{\text{exc fezes}}}{MS_{\text{ing}}}$$

$$ED_{\text{Alimento}} = ED_{\text{RR}} + \frac{ED_{\text{RT}} - ED_{\text{RR}}}{g \text{ Alimento} / g \text{ Ração}}, \text{ onde}$$

EB_{ing} = Energia bruta ingerida, kcal kg⁻¹

$EB_{\text{exc fezes}}$ = Energia bruta excretada nas fezes

MS_{ing} = Matéria seca ingerida, g

ED_{RR} = Energia digestível da ração referência, kcal kg⁻¹

ED_{RT} = Energia digestível da ração teste, kcal kg⁻¹

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição química do bagaço de cevada

Os resultados da análise proximal do BCV, em matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), extrativo não nitrogenado (ENN), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn), são apresentados na Tabela 1.

Tabela 2. Composição química e valor energético do bagaço de cevada em três diferentes coletas

Itens	Composição química		
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
Matéria Seca, %	22,96	21,26	20,56
Energia bruta ¹ , kcal kg ⁻¹	5032,31	5278,63	5336,76
Proteína Bruta ¹ , %	22,23	28,09	24,34
Matéria mineral ¹ , %	11,83	4,40	7,80
Fibra Bruta ¹ , %	14,73	16,76	16,49
Extrato etéreo ¹ , %	10,27	12,29	9,91
FDN ¹ , %	62,68	67,83	68,60
FDA ¹ , %	23,80	22,46	26,45
ENN ¹ , %	55,67	55,22	57,95
Nitrogênio ¹ , %	3,56	4,49	3,89
Fósforo ¹ , %	0,37	0,34	0,46
Potássio ¹ , %	0,12	0,11	0,11
Cálcio ¹ , %	0,61	0,22	0,23
Magnésio ¹ , %	0,12	0,11	0,11
Ferro ² , mg kg ⁻¹	48,00	58,00	38,00
Cobre ² , mg kg ⁻¹	15,00	23,00	14,00
Zinco ² , mg kg ⁻¹	72,60	51,00	49,00
Manganês ² , mg kg ⁻¹	35,50	41,00	43,00

¹Com base na matéria seca

²Com base na matéria natural

Observou-se variação na composição dos diferentes componentes estudados, sendo esta variação atribuída às diferenças na composição das partidas de cevada que teriam sido usadas na fabricação da cerveja nos diferentes momentos em que estas amostras foram obtidas.

O valor médio (21,59%) encontrado para matéria seca, variando entre 20,56 e 22,96%, está de acordo com os valores encontrados na literatura. Costa et al. (2006) encontraram valor de 23,30% e Geron et al. (2005) reportaram valores de 23,45%. Braz (2008) observou valor médio de 24,17% de MS no BCV utilizado em seus estudos.

A manutenção do teor de umidade do BCV dentro da variação de 70% a 80% é importante já que o seu alto teor de água é um dos limitantes para seu uso em locais muito distantes das indústrias cervejeiras.

O conhecimento do teor de MS é, certamente, o ponto de partida para a utilização do BCV, ou de qualquer outro alimento, principalmente quando este possui características de ser muito úmido, pois essa característica limita a incorporação do ingrediente na alimentação, aumenta a mão-de-obra, bem como pode gerar problemas de fermentação da mesma, além

disto, a alta umidade eleva o custo do transporte e do armazenamento, necessitando de infraestrutura adequada para manter as qualidades nutricionais do produto.

O valor médio da energia bruta do BCV foi de 5215,29 kcal/kg, variando de 5032,31 a 5336,76 kcal/kg. A concentração de EB de um alimento é dependente da proporção de carboidratos, gorduras, proteínas, minerais e água, devendo ser ressaltado que a água e os minerais não contribuem para o conteúdo energético, e a fibra reduz a quantidade de energia do alimento, enquanto o EE aumenta.

O valor médio da proteína bruta do BCV, nas três diferentes partidas, foi de 24,89%, variando entre 22,23 e 28,09%. A variação no teor de proteína bruta encontrada nas diferentes partidas de BCV pode estar relacionada à variedade do grão de cevada utilizado no processo de fabricação de cerveja, bem como na fertilidade do solo na qual a cevada foi cultivada. Esta variação pode ser considerada normal, sendo inclusive, uma das limitações a serem levadas em consideração, no tocante ao uso de subprodutos da indústria de processamento como alimentos alternativos. Este valor está dentro da variação reportada por Cabral Filho (1999) que é de 20% a 34%. As diferenças observadas nos teores de PB, obtidas neste trabalho, são semelhantes às observadas por Costa et al. (2006) (23,46%), e Stein et al. (2006), sendo que estes analisaram 10 amostras de resíduos secos solúveis de destilaria e obtiveram uma média de 27,43%. Contudo, o valor médio de PB, encontrado no presente trabalho ficou abaixo do reportado por Geron et al. (2005) (34,69%) e Geron (2006) (31,29%). Clark et al. (1987) observaram que o BCV apresenta valores proporcionalmente maiores de proteína e de outros nutrientes, com exceção do amido, quando comparado com o próprio grão de cevada. Os teores médios de PB, nos grãos integrais e sem casca da cevada, são de 13,01% e 12,21%, respectivamente, segundo Mayer et al. (2007). Durante o processamento para a fabricação da cerveja, os carboidratos são utilizados restando como subproduto em maiores percentuais, a fibra bruta e a proteína. Por ser a proteína um nutriente essencial em vários processos metabólicos, na construção e manutenção dos tecidos orgânicos, o BCV apresenta potencial nutricional relevante. Entretanto, para monogástricos é importante conhecer o perfil de aminoácidos do alimento uma vez que as rações para estes animais são formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis.

Foi observada, na literatura consultada, uma grande variação para os teores de cinza e extrato etéreo do BCV. No presente trabalho, as médias foram de 8,1 e 10,12%, respectivamente. No entanto, pode-se observar que a coleta 1 teve valor de MM (11,83%) bem superior em relação as coletas posteriores (4,40 e 7,80). Mayer et al. (2007) pesquisaram a caracterização nutricional dos grãos integrais e descascados de cevada e encontraram valores médios de 2,45% e 1,44% de MM, respectivamente. Este autor afirma que as diferenças no teor de MM dos grãos foram decorrentes do descascamento, evidenciando que os grãos integrais contêm maior teor de minerais, pois estes se encontram em maior quantidade na casca ou próximo dela. Sabe-se que no processamento da cevada para obtenção do bagaço sobra grande quantidade de casca, podendo este fato estar relacionado à grande variação de matéria mineral do BCV.

Os valores encontrados para extrato etéreo, no presente experimento, confirmam a grande variação encontrada na literatura para esta variável. Geron et al. (2005) relataram valor de 8,38% e, Geron (2006), de 5,46%. Esta variação pode estar relacionada ao método de determinação do EE por extração com éter ser de baixa precisão. A média de EE, encontrada no BCV, no presente experimento, foi superior as do grão de cevada (3,57%) referenciado por Fialho et al. (1982), o que indica uma grande contribuição lipídica (ácidos graxos) do BCV, quando adicionado às rações. Segundo Stein et al. (2006) a alta concentração de gordura encontrada nos resíduos de destilaria pode aumentar os problemas relacionados com armazenamento, sendo necessário, em alguns casos, modificar o sistema de armazenagem e transporte do resíduo. Além disto, estes autores também relataram que a gordura dos resíduos

de destilaria tem uma relativa concentração de ácidos graxos insaturados, a qual pode contribuir para aumentar a espessura de toucinho de suínos que são alimentados com dieta com alta concentração destes resíduos. Isto poderia ser um problema, principalmente para suínos em fase de terminação. Contudo, Vieira et al. (2006a) trabalhando com níveis de inclusão do BCV até 50% com base na matéria seca, não encontraram efeito da inclusão do BCV sobre as características de carcaça de suínos em terminação.

O valor médio da fibra bruta (FB), encontrada no presente trabalho (15,99%), variando entre 14,73 e 16,76%, foi inferior ao relatado por Gomes et al. (2004) de 20% e Bellaver et al. (1985) de 19,1%. Segundo Mayer et al. (2007) apenas o teor de FB não indica o potencial nutricional real das fibras constituintes dos alimentos, uma vez que os efeitos fisiológicos estão relacionados às proporções de suas frações solúvel e insolúvel. A fibra dietética representa uma mistura de polissacarídeos estruturais (celulose, hemicelulose e pectina) e não-estruturais (gomos e mucilagens), além da lignina (um polímero do álcool fenilpropano) que em elevadas concentrações é responsável pela redução da digestibilidade dos componentes da parede celular vegetal. De acordo com Guillon & Champ (2000), o efeito das frações depende da quantidade ingerida e da predominância de uma fração em relação à outra. Assim, a quantificação das frações individuais é fundamental como indicativo do valor nutricional das fibras dos alimentos e não apenas da fibra total. A fermentação da FB no ceco e a utilização dos ácidos graxos de cadeia curta provenientes desta fermentação podem contribuir positivamente para o suprimento da exigência energética de manutenção dos suínos, de 5 a 30%, dependendo da idade e condição fisiológica dos animais (GOMES et al., 2007).

A fibra em detergente neutro (FDN) representa a porção mais digestível da FB do alimento. No presente trabalho foi encontrada média de 66,37% de FDN no BCV%, variando entre 62,68 e 68,60%. Este valor foi superior àquele encontrado por West & Martin (1994) (59,65%), Geron et al. (2005) (59,66%) e Stein et al. (2006) (40,13%). Para fibra em detergente ácido (FDA) que representa a porção menos digestível da FB, foi encontrado valor médio de 24,24%, variando entre 22,46 e 26,45%. Este valor está de acordo com aquele reportado por Geron (2006) que foi 24,82%. No entanto, foi bem superior ao relatado por Stein et al. (2006) (9,88%). Vale ressaltar que Stein et al. (2006) trabalharam com amostras de resíduos de destilarias americanas que utilizam o milho em maior proporção que a cevada para a produção da cerveja e por isso, provavelmente, obtiveram valores de FDN e FDA bem inferiores aos trabalhos realizados no Brasil. Cromwell et al. (1993) afirmam que a fração FDA tem maior correlação com o valor nutricional do alimento, sendo capaz de reduzir o desempenho dos animais, uma vez que é associada com menor digestibilidade do alimento.

Devido à crescente demanda do uso de grãos na alimentação humana e para a produção de biocombustíveis, pode crescer a importância do uso de subprodutos de origem vegetal na alimentação de suínos. Isto implica na utilização de ingredientes com teores de fibra elevados, tornando-se necessários mais estudos a respeito destes constituintes na alimentação de suínos e a forma de potencializar o seu uso. Desta forma, o efeito de rações ricas em fibra sobre a fisiologia digestiva dos animais tem gerado cada vez mais interesse, principalmente entre os animais não-ruminantes, nos quais o conhecimento de microorganismos envolvidos na degradação da fibra é ainda limitado, em comparação com animais ruminantes. Segundo Varel & Yen (1997), a microflora do intestino dos suínos pode se adaptar de forma mais eficiente, ao consumo de fibra do que a microflora de humanos.

Por ser um subproduto onde a parte mais solúvel e digestível foi retirada para a fabricação da cerveja, o BCV apresenta baixos níveis de extrativo não nitrogenado (ENN), o que é compreensível. O valor médio de 56,28%, variando entre 55,22 e 57,95 %, ficou abaixo do reportado por Geron et al. (2005) de 60,22%. As variações encontradas no teor de ENN do BCV podem ser devido ao tipo de levedura utilizada no processo de fabricação da cerveja.

O BCV apresentou elevado teor de fósforo com média de 0,39%, variando de 0,34 a 0,46%. Estes valores são maiores que de outros alimentos utilizados nas rações de suínos como o milho, que apresenta um teor de fósforo de 0,24%. Essa característica do BCV pode ser importante quando se avalia o custo das rações, uma vez que poderia ser usado o bagaço de cevada como fonte desse mineral e usando menor quantidade da fonte de fósforo inorgânico nas rações, reduzindo o custo das mesmas. Isto se justifica pelo fato de que o fósforo é o terceiro ingrediente mais oneroso das rações de monogástricos. Por outro lado, haveria a necessidade de se avaliar a disponibilidade do P no BCV, pois este poderia estar na forma de fosfato fítico que, como se sabe possui menor disponibilidade para monogástricos.

O teor de cálcio do BCV foi elevado (0,61%) na coleta 1. Pode ser que tenha havido erro na análise, sem condições de controle. Contudo, levando-se em consideração a média da partida 2 e 3 (0,22%), pode-se observar que este valor também é bem superior a de outros ingredientes alimentares. Podendo o BCV, portanto, ser considerado uma boa fonte de cálcio.

Quanto aos teores de potássio e magnésio, ferro, cobre, zinco e manganês, o BCV apresentou teores compatíveis ou superiores a alimentos como o milho e o farelo de soja, podendo ser considerado importante fonte de minerais nas rações.

4.2 Energia digestível e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do bagaço de cevada

Os resultados da composição bromatológica da ração referência, ração teste e do bagaço de cevada estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 3. Composição bromatológica¹ das rações experimentais e do bagaço de cevada

Variáveis, % ^{1,4}	Ração referência ²	Ração teste ³	BCV
Matéria seca	88,20	67,91	21,26
Energia bruta (kcal/kg)	4325,42	4363,72	5272,63
Proteína bruta	21,61	17,83	28,09
Extrato etéreo	4,52	7,21	12,29
Matéria mineral	5,70	5,32	4,40
Fibra bruta	3,78	4,83	16,76
Fibra em detergente neutro	17,86	26,87	62,68
Fibra em detergente ácido	6,13	7,81	23,80

^{1/}Valores determinados no Laboratório de Bromatologia, do DNAP, do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

^{2/} Ração-referência à base de milho e farelo de soja.

^{3/} Ração-teste = 60% ração-referência + 40% de BCV.

^{4/} Com base na matéria seca

4.2.1 Energia

Tabela 4. Energia digestível do bagaço de cevada

Energia ¹	Rações		
	Referência	Teste	BCV
Animal			
Energia ingerida, kcal d ⁻¹	5115,94	3255,22	
Energia fecal, kcal d ⁻¹	549,64	636,50	
Energia digestível, kcal d ⁻¹	4566,3	2618,72	
Ração			
Energia digestível, kcal kg ⁻¹	3860,71	3509,68	2983,00

¹Com base na matéria seca

O valor de energia digestível do BCV, determinado no ensaio de digestibilidade, foi de 2983 kcal/kg para animais em crescimento, estando este valor expresso na base da matéria seca. Como observado na Tabela 4, o BCV proporcionou redução no teor de energia digestível, demonstrando que pode apresentar efeito negativo sobre a digestibilidade de outros ingredientes da ração.

Embora o valor da energia bruta do BCV (5278 kcal/kg) seja elevado, o aproveitamento desse subproduto por suínos em crescimento é baixo. Dessa forma, grande parte da energia é eliminada nas fezes. Isto ocorre pelo fato de grande parte dessa energia estar sob a forma de carboidratos estruturais (FB, ou FDA e FDN, com baixa digestibilidade) de pouco aproveitamento pelos suínos. Em relação aos alimentos com alto teor de fibra, a capacidade de aproveitamento energético pelos suínos é muito variável, em decorrência da capacidade de fermentação, da qualidade e do tipo de fibra presente na ração (DIERICK et al., 1989).

De acordo com Kass et al. (1980) e Ravidran et al. (1984), a fibra bruta exerce influência adversa sobre os valores energéticos, possivelmente pelo aumento da taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo ou em função da exigência extra de energia despendida nos processos fisiológicos, contribuindo para a diminuição da energia disponível nos ingredientes com elevado teor de fibra. O valor de energia digestível no presente trabalho foi superior aos valores de 2416 kcal/kg e 2745 kcal/kg para animais em crescimento e terminação, respectivamente reportado por Costa et al. (2006). Entretanto, foi inferior ao valor de 3591 kcal/kg determinado por Fialho et al. (1992). Vale ressaltar que Fialho et al. (1992) trabalharam com cevada em grão enquanto no presente trabalho, utilizou-se bagaço de cevada úmido. Contudo, o BCV contém valores superiores em energia digestível quando comparado a outros alimentos, que também apresentam alto teor de umidade, como o caldo de cana, o que pode viabilizar a sua utilização em rações de suínos, especialmente na fase de terminação (COSTA et al., 2006).

4.2.2 Balanço de Nitrogênio

Os resultados do balanço de nitrogênio são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Balanço de nitrogênio de suínos em crescimento alimentados com ração contendo bagaço de cevada

Nitrogênio ¹	Rações	
	Referência	Teste
Ingerido, g d ⁻¹	40,92	26,86
Fecal, g d ⁻¹	3,33	3,29
Coefficiente Digestibilidade, %	91,86	87,75
Urinário, g d ⁻¹	14,48	3,72
Excretado total, g d ⁻¹	17,78	7,01
Absorvido, g d ⁻¹	37,62	23,57
Retido, g d ⁻¹	23,14	19,85
Eficiência de utilização do N, %	56,55	73,90

¹Com base na matéria seca

A adição do BCV à ração referência acarretou redução no consumo de nitrogênio. A variação no nitrogênio fecal está relacionada com a quantidade de nitrogênio ingerido. No entanto, no presente experimento, apesar da grande diferença do nitrogênio ingerido entre os tratamentos não houve diferença no nitrogênio excretado nas fezes. As razões desse resultado não estão claras, mas é importante registrar que há muita divergência entre os resultados divulgados na literatura para excreção fecal de nitrogênio.

O nitrogênio eliminado na urina dos animais que receberam ração teste foi menor em razão da menor ingestão de nitrogênio. A utilização de ingredientes fibrosos estimula a fermentação no intestino grosso, aumentando a população microbiana (WENK, 2001). Isso aumenta a transferência de uréia plasmática para o intestino grosso, a qual é convertida em amônia pelas bactérias ureáticas e utilizada para a síntese de proteína microbiana (MAMLOF & HAKANSSON, 1984). Esse processo aumenta o nitrogênio fecal e reduz o urinário (GALASSI et al., 2004), porém a amplitude da redução é variável e pode estar relacionada ao tipo de ração experimental utilizada e a perda de nitrogênio que é comum em estudos desta natureza (QUINIOU et al., 1995). A urina é a principal via de eliminação do nitrogênio em excesso metabolizado no organismo dos suínos. O resultado obtido indica menor contribuição de nitrogênio urinário para o meio ambiente, sendo a utilização do BCV, portanto uma ferramenta potencial para evitar o excesso de resíduos nitrogenados nos dejetos e, por consequência, no meio-ambiente.

Houve maior ingestão e absorção de nitrogênio no tratamento referência. Quando o nitrogênio absorvido foi expresso em proporção do nitrogênio ingerido observou-se maior digestibilidade na ração referência. A digestibilidade do nitrogênio da ração teste foi 4,7% inferior a digestibilidade da ração referência. Contudo, a digestibilidade do nitrogênio encontrada no presente experimento foi semelhante ao valor encontrado por Vieira et al. (2009), de 84,66% para suínos em terminação e está dentro da variação observada na literatura (KERR & EASTER, 1995; OTTO et al., 2003).

Para os animais alimentados com a ração referência observou-se uma retenção de 14,14% mais nitrogênio. É possível que alguns fatores tenham limitado a retenção de nitrogênio na ração teste, como por exemplo, a relação entre nitrogênio essencial e nitrogênio total (NE:NT) das rações. Para que ocorra a síntese de proteínas deve haver disponibilidade tanto de aminoácidos essenciais como de aminoácidos não-essenciais, ou seja, no meio celular, todos os aminoácidos são considerados essenciais. Alguns autores realizaram experimentos para estimar a relação ótima entre NE:NT para suínos. Visando a máxima retenção de nitrogênio, os valores estimados por Heger et al. (1998), Lenis et al. (1999) e Wang & Fuller (1989), foram de 0,42, 0,48 e 0,50, respectivamente. Relações superiores a

estas causam menor retenção de nitrogênio, pois aminoácidos essenciais são usados para síntese de aminoácidos não-essenciais. Heger et al. (1998) enfatizaram que as variações encontradas na retenção de nitrogênio observada em experimentos de curta duração podem ocorrer devido à respostas adaptativas ao consumo excessivo de nitrogênio não essencial. Ainda não se conhece os teores de aminoácidos essenciais e não essenciais do BCV, por ser um ingrediente novo ainda em estudo. O seu conteúdo de aminoácidos essenciais ou não essenciais e a relação entre eles pode ter gerado uma limitação na absorção e retenção do nitrogênio. Uma provável deficiência de aminoácidos não essenciais poderia ser uma justificativa para a menor retenção do nitrogênio (KERR & EASTER, 1995). De acordo com Roth et al. (1999) o excesso de aminoácidos essenciais é uma pré-condição para que se tenha adequada retenção de nitrogênio. A deposição protéica apresenta correlação positiva com a retenção de nitrogênio e é considerada um dos principais componentes do ponto de vista químico no ganho de peso de suínos (DE LANGE et al., 2003). Dunkin et al. (1986) afirmaram que a retenção de nitrogênio ocorre em função do consumo de proteína. Como observado, no presente experimento, os animais do tratamento referência consumiram mais nitrogênio, refletindo em maior retenção de nitrogênio.

Outro fator que pode ter afetado a retenção de nitrogênio, bem como a digestibilidade de todos os outros nutrientes é o fato de que quando se substitui parte da ração referência por um alimento teste, do qual não se conhece o valor nutritivo, justamente por estar em estudo, pode ocorrer desbalanceamento nutricional da ração.

Além disso, o nível de FDN na ração teste também pode ter interferido na retenção do nitrogênio. Segundo Schulze et al. (1995) a FDN aumentada pode aumentar a excreção de nitrogênio na porção íleo terminal de animais não ruminantes. Parte desse aumento está relacionada à secreção de nitrogênio endógeno no trato gastrointestinal e outra à síntese endógena microbiana. A quantidade de nitrogênio que passa pela porção íleo terminal depende do nível e da fonte de fibra dietética. Os efeitos da fibra sobre os mecanismos envolvem secreção e absorção de nitrogênio por substâncias que induzem a estas mudanças (LOW, 1989; GRAHAM & AMAN, 1991). Tem sido relatado que as secreções endógenas de nitrogênio, incluindo proteína pancreática e suco biliar, muco, células epiteliais mortas (SHAH et al., 1982) aumentam quando animais são alimentados com rações suplementadas com fibra purificada. Schulze et al. (1995) avaliando a inclusão de FDN na ração de suínos concluíram que esta fração da fibra pode reduzir a utilização de nitrogênio em suínos em crescimento e resultar no aumento de perdas endógenas de nitrogênio.

As estimativas de nitrogênio urinário e retido/absorvido por apresentarem correlação com a utilização metabólica dos aminoácidos são utilizadas para explicar a eficiência da síntese protéica (HENNIG et al., 1982). Os animais alimentados com a ração teste foram mais eficientes na utilização do nitrogênio. Contudo, isto ocorreu devido, principalmente, a não ter havido diferença entre nitrogênio excretado nas fezes e ao maior percentual de nitrogênio excretado na ração referência.

4.2.3 Balanço do Fósforo

Os resultados da ingestão, excreção, absorção e digestibilidade do fósforo são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Digestibilidade do fósforo de rações e do BCV para suínos em crescimento

Fósforo ¹	Ração		
	Referência	Teste	BCV
Ingerido, g d ⁻¹	6,74	4,01	1,604
Fecal, g d ⁻¹	1,72	1,34	0,536
Coefficiente de digestibilidade, %	74,48	66,58	66,58
Absorvido, g d ⁻¹	5,02	2,67	1,038

¹ Com base na matéria seca

A adição de BCV à dieta referência levou a menor consumo de P, entretanto, observou-se maior excreção fecal proporcional de P (25,52 contra 33,42). A disponibilidade aparente do fósforo na ração teste foi 10,61% inferior a ração referência. Entretanto, a digestibilidade do fósforo foi superior ao das principais fontes de fósforo orgânico de origem vegetal normalmente usado nas rações de suínos, (em torno de 30%). Vieira et al. (2009) trabalhando com níveis de inclusão de BCV na ração de suínos em terminação até 15,0% não observaram diferenças significativas na digestibilidade do fósforo em relação a ração referência. É possível que a fermentação da cevada na fabricação da cerveja leve a aumento da disponibilidade do P no BCV.

Além disso, a digestibilidade do fósforo do BCV, no presente experimento, ficou acima do valor 59,0% reportado por Stein et al. (2006) que testou a inclusão de resíduo de destilaria na alimentação de suínos.

Nos cereais, cerca de 70% do P está sob a forma de fitato, que apresenta baixa digestibilidade, influenciando na absorção do P e da proteína (MROZ et al., 1994; SANDS et al., 2001). O fitato é um composto orgânico que, entre outros fatores, imobiliza o fósforo, fazendo com que não seja aproveitado na alimentação. Nesse contexto, vários trabalhos relatam que diversos fatores interferem na absorção desse mineral por animais monogástricos, como idade do animal, sexo, níveis de gordura e de proteína, condições ambientais, interação com outros minerais e nutrientes, tamanho das partículas dos alimentos (PEELER, 1972; McDONALD et al., 1976). Para MILLER et al. (1991), a absorção de fósforo depende, principalmente, da relação Ca:P, do pH intestinal, dos níveis dietéticos, fontes de Ca e P, presença da vitamina D, gordura e de outros minerais. De acordo com o ARC (1981), o efeito individual ou as possíveis interações entre esses fatores podem confundir e dificultar a interpretação de resultados dos experimentos sobre exigências nutricionais.

A maioria das plantas apresenta atividade fitásica, mas o nível e a ação nos grãos variam entre os cereais (BARRIER-GUILLOT et al., 1996). Neste estudo, entretanto não foi avaliado se o BCV apresenta atividade fitásica. Tampouco se tem a informação ou tenha sido analisado, no presente trabalho, a forma em que o P se apresenta, se, numa forma quimicamente mais, ou menos disponível. Além disto, há que se considerar que o BCV é um produto resultante de fermentação, não se sabendo a extensão em que esta fermentação atuaria sobre o P orgânico presente no grão de cevada, aumentando ou não a sua disponibilidade.

4.2.4 Coeficientes de Digestibilidade dos Nutrientes

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína, extrato etéreo, cinza, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de rações contendo bagaço de cevada para suínos em crescimento

Coeficientes de digestibilidade, % ¹	Ração		
	Referência	Teste	BCV
Matéria seca	89,70	83,78	53,73
Proteína bruta	91,86	87,82	74,30
Extrato etéreo	91,93	88,45	84,22
Matéria mineral ²	55,55	49,43	-
FDN	70,27	61,93	58,57
FDA	60,33	48,46	47,60

^{1/} Com base na matéria seca, ^{2/} CD da Matéria Mineral não calculada.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) da ração teste foi semelhante aos resultados obtidos por Vieira et al. (2009a) que, trabalhando com cinco níveis de inclusão do BCV na alimentação de suínos em terminação, verificaram 87,44% a 90,14% para os níveis de 3,75% a 15,00%, respectivamente. Os resultados do CDMS estão relacionados com o nível de fibra do BCV. Jongbloed et al. (1992), trabalhando com o farelo de girassol com 19, 23, 29 e 35% de fibra bruta, obtiveram redução linear nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca 62,9; 60,5; 57,6; e 44,8%, respectivamente.

A suplementação de fibra na ração de suínos causa queda na digestibilidade da MS, significando maior excreção de MS nas fezes. O valor de digestibilidade da MS da ração teste foi 6,6% inferior ao valor encontrado para a ração referência. Estes dados podem ser explicados pelo fato de o nível de fibra máximo atingido ter sido de 4,83%, não ultrapassando a variação de 7 a 10% de fibra bruta (MARCATO & LIMA, 2006), níveis estes em que a fibra pode proporcionar um maior efeito de lastro e conseqüente aumento na quantidade de fezes excretadas, além de inibir um bom desempenho dos animais.

Os dados relativos ao coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) do BCV são indicativos de que sua proteína apresenta, numericamente, maior digestibilidade (87,82%) em relação ao próprio grão da cevada (85,64%), referenciado por Fialho et al. (1992). O CDPB do BCV também foi superior ao de outros ingredientes nobres como o milho (86,52), referenciado por Fialho et al. (1982). Contudo, no presente trabalho, o CDPB da ração teste foi 4,4% inferior ao CDaPB da ração referência. A menor digestibilidade da proteína bruta da ração teste pelos suínos em crescimento, provavelmente, é conseqüência de a fibra dietética reduzir a digestibilidade da proteína e de aminoácidos, por meio de estímulo da produção de proteína de origem bacteriana, através da adsorção de aminoácidos e peptídeos para a matriz da fibra e pelo aumento da secreção de proteína endógena (SCHULZE et al., 1994). A presença de celulose, hemicelulose e lignina na fração fibrosa dificultam o acesso das enzimas digestivas às frações mais disponíveis, como é o caso da proteína, amido e carboidratos solúveis. Além do aumento da produção de muco pelas células intestinais como forma de defesa à abrasão provocada pela presença de fibra na ração (GOMES, 2006). Este resultado também pode estar associado à qualidade de proteína da cevada em relação à proteína da ração referência. Segundo Castell & Bowren (1980), a proteína (hordeína) presente na cevada é menos digestível do que a proteína do milho. Por outro lado, existe aqui também, uma dúvida sobre a qualidade da proteína no BCV em razão da ação de fermentação sobre a cevada na fabricação da cerveja.

O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) da ração teste foi 3,79% inferior ao encontrado na ração referência. Os lipídeos têm a capacidade de reduzir a

velocidade de passagem do alimento no trato gastrointestinal e com isso aumentam a digestibilidade pela atuação mais prolongada das enzimas digestivas. Neste estudo, o BCV utilizado apresentou alta concentração de extrato etéreo (12,2%), o que pode ter interferido na digestibilidade dos outros nutrientes. Outros fatores relacionados ao animal, como a idade e a extensão do trato digestório, podem interferir na digestão e absorção dos lipídios da ração. Em animais jovens, a produção de lipase e a capacidade absorviva dos enterócitos são limitadas (CARVALHO, 2006). Nos suínos, essa capacidade só é evidenciada a partir dos 28 dias de idade. Contudo, apesar dos animais utilizados no presente experimento já estarem aptos a digerir a gordura do BCV, a digestibilidade foi inferior a da ração teste. Isto pode ter ocorrido devido ao teor alto de cinza do BCV (4,4%). De acordo com Noblet et al. (1993) a matéria mineral exerce influência negativa na digestibilidade da gordura, através da formação de sabões com minerais da ração.

O coeficiente de digestibilidade da matéria mineral (CDMM) foi 11,02% inferior ao valor encontrado na ração referência. Vieira et al. (2009a) observaram efeito quadrático significativo do nível de BCV na ração sobre o CDMM, sendo que haveria aumento no coeficiente com aumento do nível de BCV até 13,97% na ração e redução no coeficiente após este nível de inclusão.

Os coeficientes de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e da fibra em detergente ácido (CDFDA) da ração teste foram 11,87% e 19,68% inferiores aos valores encontrados para a ração referência, respectivamente. Seria esperado que a digestibilidade das frações fibrosas da ração referência fosse maior que da ração teste, uma vez que o BCV incluído na ração teste apresenta frações fibrosas com qualidade diferente e com maiores teores de FDN e FDA que a ração referência. O processo digestivo da fibra depende, principalmente, da sua estrutura química, como por exemplo, o grau de lignificação (FUKUSHIMA & HATFIELD, 2004), de como esta fração se associa aos outros compostos (BELL & KEITH, 1989), da concentração da fibra na ração e do nível alimentar oferecido ao suíno (DIERICK et al., 1989), do estado fisiológico em que o animal se encontra, da sua idade e de seu peso corporal (BELL & KEITH, 1989), além da taxa de passagem da digesta pelo intestino (KASS et al., 1980).

Aumento de consumo da FDN foi associado com significativo aumento do peso bruto de todos os segmentos gastrintestinais e aumento do comprimento do ceco de suínos (GOMES, 2006), bem como com a redução da digestibilidade dos outros nutrientes, principalmente da matéria seca. Algumas propriedades da FDN que podem influenciar a absorção são: capacidade de reter água durante a passagem da digesta pelo intestino (CHESSON, 1990), absorção de aminoácidos e peptídeos (MITARU et al., 1984), alterações no tempo de transito da digesta em todo o trato gastrointestinal (GRAHAM & AMAN, 1991). Os resultados de CDFDN mostram que o suíno em crescimento tem uma capacidade limitada de aproveitamento desses nutrientes. Essa observação está em consonância com Scheeman et al. (1982), ao relacionarem elevado teor de fibra bruta nas rações com aumento nos movimentos peristálticos, tendo como consequência a redução no tempo de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal e interferência na absorção dos nutrientes. No presente experimento, o teor de fibra bruta do BCV (16,76 %) é considerado elevado para monogástricos, uma vez que o suíno tem o ceco pouco desenvolvido e com capacidade limitada de aproveitamento da matéria fibrosa.

Como observado na Tabela 7, os CD dos componentes do BCV, com exceção do extrato etéreo mostrou-se reduzido em relação aos CD dos componentes da ração teste e da ração referência. Este resultado explica os menores valores do CD da ração teste, que continha 40% de BCV, em relação à ração referência formulada a base de milho e farelo de soja. Os altos valores de FB, FDN e FDA do BCV, provavelmente são os responsáveis pela redução dos CD dos componentes deste ingrediente.

4.2.5 Nutrientes Digestíveis

Os valores dos nutrientes digestíveis são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Proteína, extrato etéreo, cinza, fibra em detergente neutro (FDN), e fibra em detergente ácido (FDA) digestíveis da ração referência, da ração teste e do bagaço de cevada para suínos em crescimento

Nutrientes digestíveis ¹ , %	Tratamentos		
	Referência	Teste	BCV
Proteína	19,85	15,66	20,87
Extrato etéreo	4,16	6,38	10,35
Matéria Mineral ²	3,17	2,63	-
FDN	12,55	16,64	36,71
FDA	3,70	3,78	11,33

^{1/} Com base na matéria seca

^{2/} MM digestível não calculada

Os valores contidos na Tabela 8 foram obtidos multiplicando-se o coeficiente de digestibilidade do nutriente (Tabela 7) pelo seu percentual na respectiva ração (Tabela 3) e dividindo-se por 100. Por exemplo, para a ração referência, com 21,61% de PB, multiplicou-se este valor por 91,86 (CDPB) e dividiu-se por 100, encontrando-se o valor de 19,85% o qual corresponde à proteína digestível (PD) da ração referência.

Não houve diferença numérica entre a proteína digestível (PD) do BCV em relação à ração referência. Este resultado está relacionado ao resultado do CDPB na ração teste que, apesar de ter sido inferior ao da ração referência, ficou dentro da variação encontrada na literatura. O valor da PD do BCV (20,87%) foi superior ao valor da PD do grão de cevada (5,40%), referenciado por Fialho et al. (1982).

O extrato etéreo do BCV foi mais digestível que na ração referência, evidenciando que os suínos aproveitam bem a fração lipídica do bagaço.

A fração da FDN apresentou uma resposta inesperada, sendo mais digestível para o BCV que a para as rações referência e teste. A digestibilidade da fração fibrosa tem alta correlação com o tipo, qualidade e nível de inclusão da fibra na ração. Portanto, novos estudos devem ser realizados com o BCV para avaliar a qualidade das suas frações fibrosas e sua digestibilidade para suínos. A fibra em detergente ácido apresentou baixíssima digestibilidade nas rações teste e referência, o que seria esperado uma vez que esta fração fibrosa é composta por constituintes menos digestíveis como a lignina. Entretanto, resultados melhores de FDA digestível foram obtidos com o BCV. Os suínos têm uma capacidade limitada de digerir estas frações fibrosas, contudo recentes estudos têm demonstrado que esta espécie animal pode se adaptar a digerir e absorver os produtos oriundos da fermentação da fibra com mais eficiência que os humanos. A microflora dos suínos contém grande quantidade de bactérias com atividade ruminal tais quais: *Fibrobacter succinogenes (intestinalis)*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Butyrivibrio* spp. e *Prevotella ruminicola* (SCHULZE et al. 1995), que capazes de fermentar a fibra da ração e obtendo-se componentes que são absorvidos pela mucosa intestinal, contribuem para o balanço energético dos suínos. No entanto, estes estudos também relatam que essa capacidade de adaptação está mais voltada para suínos adultos, os quais possuem o IG mais desenvolvido e povoado por essas bactérias. Para suínos em crescimento, não se pode, com as informações disponíveis fazer essas inferências.

5 CONCLUSÕES

O bagaço de cevada apresentou composição química dentro da variação encontrada na literatura.

A energia digestível do bagaço de cevada foi de 2983 kcal/kg.

A característica fibrosa causou redução na digestibilidade dos nutrientes e da energia digestível do BCV.

Apesar disso, tanto as características bromatológicas quanto a digestibilidade dos nutrientes do bagaço de cevada mostram que esse alimento tem potencial para ser utilizado na alimentação dos suínos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.B.; VIEIRA, A.A.; GOMES, M.P.; LIMA, T.S.; MATOS, E.S.; BEZERRA, E.S. Alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação com rações contendo níveis crescentes de bagaço de cevada. In: VI Congresso Internacional de Zootecnia, Brasília, DF, **Anais...** Zootec, Brasília, 2004.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of pigs**. London: CoCommonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 307p.
- ALBIN, D.M.; SMIRICKY, M.R.; WUBBEN, J.E. et al. The effect of dietary level of soybean oil and palm oil on apparent ileal amino acid digestibility and postprandial flow patterns of chromic oxide and amino acids in pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, p.495-503, 2001.
- BARRIER-GUILLOT, B.; CASADO, P.; MAUPETITE, P. et al. Wheat Phosphorus availability. In vivo study in broilers in pigs, relationship with endogenous phytase activity and phytic phosphorus content in wheat. **Journal Science Food Agriculture**, v.70, p.69-74, 1996.
- BELL, J. M.; KEITH, M. O. Factors affecting the digestibility by pigs of energy and protein in wheat, barley and sorghum diets supplemented with canola meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, n.3-4, p.253-265, 1989.
- 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 ração de suínos em fase de crescimento**. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2008. 47f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ.
- CABRAL FILHO, S.L.S. **Avaliação do resíduo de cervejaria em rações de ruminantes através de técnicas nucleares e correlatas**. Piracicaba, SP: USP, 1999. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, SP.
- CARVALHO, A.D.A. **Digestibilidade de rações e metabolismo em frangos de corte e suínos alimentados com soja integral processada**. Santa Maria, RS: UFSM, 2006. 99f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- CASTELL, A.G.; BOWREN, H.E. Comparison of barley cultivars in diets for growing finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, n.1, p.159-167, 1980.
- CHESSON, A. Nutritional significance and nutritive value of plant polysaccharides. In: J. Wiseman and D.J.A. Cole (Ed.) *Feedstuff Evaluation*. p 179. Butterworths, London. 1990.
- CLOSE, W. H. Fibrous diets for pigs. **Pig News and Information**, v.15, p.65, 1994.
- CLARK, J.H.; MURPHY, M.R.; CROOKER, B.A. Supplying the protein need soft dairy cattle from by products feeds. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.5, p.1092-1109, 1987.
- COSTA, A.D.; MATTOS, E.S.; LIMA, C.A.R.; VIEIRA, A.A.; MATTOS, M.A.; FERREIRA, R.A.D.; SARINHO, V.C.; RAMALHO, H.F. Composição e energia digestível do bagaço de malte em suínos machos nas fases de crescimento e terminação. In: Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ, Seropédica-RJ, **Anais...**, Seropédica, 2006.
- COSTA, A.D.; VIEIRA, A.A.; LIMA, C.A.R.; SERRA, P.S.; UEDA, J.Y.F.; ESPER, F.; SOUZA, G.H.C. Desempenho de suínos em terminação alimentados com rações contendo bagaço de cevada. In: XI Congresso Internacional de Zootecnia, Águas de Lindóia-SP, **Anais....** Zootec, Águas de Lindóia, 2009.
- COSTA, A.D.; VIEIRA, A.A.; LIMA, C.A.R.; VIEIRA, M.S.; MATOS, M.A.; OLIVEIRA, C.H.; MENDES, L.L. Desempenho de suínos em crescimento (26-70kg) alimentados com

- rações contendo bagaço de cevada. In: XI Congresso Internacional de Zootecnia, Águas de Lindóia-SP, **Anais...** Zootec, Águas de Lindóia, 2009a.
- CROMWELL, G.L.; HERKELMAN, K.L.; STAHLY, T.S.; Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with soluble for chicks and pigs. **Journal Animal Science**, v.71, p.679-686, 1993.
- DE LANGE, C. F. M.; MOREL, P. C. H.; BIRKETT, S. H. Modeling chemical and physical body composition of the growing pig. **Journal of Animal Science**, v.81, n.14 (suppl. 2), p.159-165, 2003.
- DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.23, p.141-147, 1989.
- DUNKIN, A.C.; BLACK, J.L.; JAMES, K.J. Nitrogen balance in relation to *energy* intake in entire male pigs weighing 75 kg. **British Journal of Nutrition**, v.55, n.1, p.201-207, 1986.
- FARIAS, L.A.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V et al. Pseudofruto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) para suínos em crescimento: metabolismo de nutrientes e desempenho. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.100-109, 2008.
- FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F. Valores de composição química e balanço energético e protéico de alguns alimentos determinados com suínos de diferentes pesos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.2, p.558-577, 1982.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P.; FERREIRA, A.S.; GOMES, P.C.; GIROTTO, A.F. Utilização da cevada em rações suplementadas com óleo de soja para suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.10, n.27, p.1467-1475, 1992.
- FUKUSHIMA, R. S.; HATFIELD, R. D. Comparison of the acetyl bromide spectrophotometric method with other analytical lignin methods for determining lignin concentration in forage samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.3713-3720, 2004.
- GALASSI, G.; CROVETTO, G.M.; RAPETTI, L. et al. Energy and nitrogen balance in heavy pigs fed different fiber sources. **Livestock Production Science**, v.85, p.253-262, 2004.
- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Composição química e caracterização das frações protéicas e dos carboidratos da silagem do resíduo úmido de cervejaria segundo o CNCPS. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 42, 2005, **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005.
- GERON, L.J.V. **Caracterização química, digestibilidade, fermentação ruminal e produção de leite em vacas alimentadas com resíduo de cervejaria nas rações**. Maringá: UEM, 2006, 98f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.
- GIROTTO, A.F.; SANTOS FILHO, J.I. Custo de produção de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 36p.
- GOMES, M.P.; ABREU, M.B.; LIMA, E.T.; VIEIRA, A.A.; MATOS, E.S.; BEZERRA, E.S. Desempenho de suínos em crescimento alimentados com ração complementada com bagaço de cevada. In: VI Congresso Internacional de Zootecnia, Brasília, DF, **Anais...** Zootec, Brasília, 2004.
- GOMES, J. D. F.; FUKUSHIMA, R. S.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C.; LIMA, G. J. M. M. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na ração de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.2, p.202-209, 2006.

- GOMES, J.D.F.; FUKUSHIMA, R.S.; GOMIDE, C.A.; SOBRAL, P.J.A.; LIMA, C.G.; PUTRINO, S.M. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre digestibilidade, desempenho e características de carcaça: II. fêmeas suínas em pré-puberdade e puberdade. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.4, p.727-738, 2007.
- GRAHAM, H.; AMAN, P. Nutritional aspects of dietary fibers. **Animal Feeding Science and Technology**, v.32, p.143, 1991.
- GUILLOU, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibers, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, v.33, p.233-245, 2000.
- HEGER, J.; MENGESHA, S.; VODEHNAL, D. Effect of essential: total nitrogen ratio on protein utilization in the growing pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.80, p.537-544, 1998.
- HENNIG, U. et al. Effect of graded protein supply at high energy level on the fattening performance and the retention and utilization of feed energy, protein and amino acids by female fattening swine. 3. N retention and N and lysine metabolism determined by N balance and N analysis of the carcasses. **Archiv Tierernähr**, v.32, p.637-649, 1982.
- IMBEAH, M.; SAUER, W.C. The effect of dietary level of fat on amino acid digestibilities in soybean meal and canola meal and on rate of passage in growing pigs. **Livestock Production Science**, v.29, p.227, 1991.
- JONGBLOED, A. W.; KECE, P. A.; e, Z. Effect of supplementary microbial phytase in diets for pigs on digestibility of P and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal Animal Science**, v.69, p.385, 1991.
- JONGBLOED, R.; KROONBERG, C.; KAPPERS, I.E. et al. **Estimating the feeding value of solvent extracted sunflower oilmeal and high grade feed barley in vitro and in vivo**. Lelystad: Instituut-voor-Veevoedingsonderzoek, 1992. 45p.
- KASS, M. L.; VAN SOEST, P. J.; POND, W. G. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. **Journal of Animal Science**, v.50, n.1, p.175-191, 1980.
- KERR, B.J.; EASTER, R.A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal Animal Science**, v.73, n.10, p.3000-3008, 1995.
- LENIS, P. N.; DIEPEN, H. T. M. van; BIKKER, P.; JONGBLOED, A. W.; MEULEN, J. V. D. Effects of the ratio between essential and nonessential amino acids in the diet on utilization of nitrogen and amino acids by growing pigs. **Journal Animal Science**, v.77, p.1777- 1787, 1999.
- LOW, A. G. Secretory response of the pig gut to non-starch polysaccharides. **Animal Feeding Science and Technology**, v.23, p.55, 1989.
- MAMLOF, K.; HAKANSSON, J. The effect of dietary fibre level on the diurnal pattern of urinary nitrogen excretion in swine. **Swed. Journal Agriculture Research**, v.14, p.53-57, 1984.
- MARCATO, S.M.; LIMA, G.J.M.M. Efeito da retirada de microminerais e fibra sobre a composição e quantidade das fezes e urinas excretadas pelos suínos em crescimento. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.13, n.1, p.149-162, 2006.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W.; et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. **Research Report.**, v.7, p.3-11, 1965.
- MAYER, T.E.; FUKU, G.; NÖRNBERG, J.L.; MINELLA, E. Caracterização nutricional de grãos integrais e descascados de cultivares de cevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, n.11, p.1635-1640, 2007.

- McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENALGH, J.F.D. **Animal nutrition**. 2. ed. New York: Wiley, 1976. 480p.
- MILLER, E.R.; ULREY, D.E.; LEWIS, A.J. **Swine nutrition**. Stoneham, MA: Butterworth-Heinemann, 1991. 673p.
- MITARU, B. N., BLAIR, R.; REICHERT, R. D.; ROE, W.E. Dark and yellow rapeseed hulls, soybean hulls and a purified fiber source: Their effects on dry matter, energy, protein and amino acid digestibilities in cannulated pigs. **Journal Animal Science**, v.59, p.1510, 1984.
- MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; KECE, P.A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. **Journal Animal Science**, v.72, p.126-132, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients requirement of swine. 10.ed. Washington, D.C.: **National Academic Press**, 189p, 1998.
- NOBLET, J.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: Basis for a net energy system. **British Journal Nutrition**, v.70, p.407-419, 1993.
- OTTO, E.R.; YOKORAMA, M.; KU, P.K. et al. Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration. **Journal Animal Science**, v.81, n.7, p.1743-1753, 2003.
- PEELER, H. T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. **Journal Animal Science**, v.35, n.3, p.695-712, 1972.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal Animal Science**. v.27, n.5, p.1303-1306, 1968.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M., FURUYA, W. M, QUINTERO PINTO, L. G. Digestibilidade aparente da material seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Science**, v.26, n.3, p.329-337, 2004.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; DONZELE, J.L.; SANTOS, M.S.S.; FERREIRA, R.A. Avaliação da perda endógena de aminoácidos, em função de diferentes níveis de fibra para suínos. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.32, n.6, p.1354-1361, 2003.
- QUINIOU, N.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Effect of dietary crude protein level on protein and energy balances in growing pigs: comparison of two measurement methods. **Livestock Production Science**, v.41, n.1, p.51-61. 1995.
- RAVIDRAN, V.; KORNEGAY, E. T.; WEBB JÚNIOR, K. E. Effects of fiber and virginiamycin on nutrient absorption, nutrient retention and rate of passage in growing swine. **Journal of Animal Science**, v.59, p.400-408, 1984.
- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.L.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, Campinas, SP, **Anais...** Campinas: FACTA, p.65-83, 1999.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. **Composição de alimentos e exigências nutricionais (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. Viçosa:UFV, p.141, 2005.
- ROTH, F.X.; GPTTERBAR, G.G.; WINDISCH et al. Influence of dietary level of dispensable amino acids on nitrogen balance and whole-body protein turnover in growing pigs. **Journal Physiology and Animal Nutrition**, v.81, n.2, p.232-238. 1999.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal:Funep, 2007. 283p.

- SANDS, J.S.; RAGLAND, D.; JOERN, B.C. et al. Phosphorus bioavailability, growth performance, and nutrient balance, in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. **Journal Animal Science**, v.79, p.2134-2142, 2001.
- SANTOS, M.S. Cervejas e refrigerantes, **Nota técnica sobre tecnologia de referência: Fabricação de cervejas e refrigerantes**, CETESB, São Paulo, 2005.- 58p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> acesso em 20 de novembro de 2009.
- SAUER, W.C.; OZIMEK, L. Digestibility of amino acids in swine: Results and their practical applications. A review. **Livestock Production Science**, v.15, p.367-388, 1986.
- SCHEEMAN, B.O.; RICHTER, D.B.; JACOBS, L.R. Response to dietary wheat bran in the exocrine pancreas and intestine of rats. **Journal of Nutrition**, v.112, p.283- 286, 1982.
- SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M.W.A. et al. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal Animal Science**, v.72, p.2362, 1994.
- SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M.W.; VAN DEN BERG, J.W. Dietary level and source of neutral detergent fiber and ileal endogenous nitrogen flow. **Journal Animal Science**, v.73, p.441-448, 1995.
- SHAH, N.; MOKHTAR, A. T. R.; RAYMOND, M.; PELLETT, P. L. Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. **Journal of Nutrition**, v.112, p.658, 1982.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** Viçosa: UFV, 1990. 195p.
- SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N et al. Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.982-990 (suplemento), 2002
- SMIRICKY, M. R.; GRIESHOP, C. M.; ALBIN, D. M.; WUBBEN, J. E.; GABERT, V. M.; FAHEY JR, G. C. The influence of soy oligosaccharides on apparent and true ileal amino acid digestibilities and fecal consistency in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.9, p.2433-2441, 2002.
- STEIN, H.H.; GIBSON, M.L.; PEDERSEN, C.; BOERSMA, M.G. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. **Journal Animal Science**, v.84, p.853-860, 2006.
- TEDESCO, M.J., WOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188p. (Boletim Técnico, 5).
- TEIXEIRA, E. W. Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.19-27, 1995.
- WANG, T. C.; FULLER, M. F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs: I. experiments by amino acid deletion. **British Journal of Nutrition**, v.62, n.1, p.77-89, 1989.
- WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.21-33, 2001.
- WEST, J.W.; MARTIN, L.O.E.S.; Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.196-204, 1994.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock, 1994, 476p.
- VAREL, V.H.; YEN, J.T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal Animal Science**, v.75, p.2715-2722, 1997.
- VIEIRA, A.A.; BRAZ, J.M.; COSTA, A.D.; AGOSTINHO, T.S.P.; SANTOS, T.N.; MATTOS, E.S. Desempenho de suínos em crescimento alimentados com rações contendo

- bagaço de cevada. In: VIII Congresso Internacional de Zootecnia, Recife-PE, **Anais...** Zootec, Recife, 2006.
- VIEIRA, A.A.; BRAZ, J.M.; MATTOS, E.S.; AGOSTINHO, T.S.P.; COSTA, A.D.; SANTOS, T.N. Avaliação de carcaça de suínos alimentados com rações contendo bagaço de cevada na fase de crescimentos e abatidos com 100 kg. In: VIII Congresso Internacional de Zootecnia, Recife-PE, **Anais...** Zootec, Recife, 2006a.
- VIEIRA, A.A.; BRAZ, J.M.; MATTOS, E.S.; AGOSTINHO, T.S.P.; COSTA, A.D.; SANTOS, T.N. Peso dos órgãos internos de suínos alimentados com rações contendo bagaço de cevada na fase de crescimento e abatidos com 100 kg. In: VIII Congresso Internacional de Zootecnia, Recife-PE, **Anais...** Zootec, Recife, 2006b.
- VIEIRA, M.S.; SANTOS, V.M.; COSTA, A.D.; VIEIRA, A.A.; MENDES, T.C.M.; DIAS, J.D.; MAIIA, R.R. Determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas fezes de suínos em terminação alimentados com rações contendo bagaço de cevada. In: XI Congresso Internacional de Zootecnia, Águas de Lindóia-SP, **Anais...** Zootec, Águas de Lindóia, 2009.