

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**LEVEDURA *SPRAY DRY* (ÁLCOOL E CERVEJARIA)
NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS**

**Autor: Angela Rocio Poveda Parra
Orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira**

**Tese apresentada, como parte das exigências
para obtenção do título de DOUTOR EM
ZOOTECNIA, no Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia da Universidade
Estadual de Maringá - Área de Concentração
Produção Animal.**

**MARINGÁ
Estado do Paraná
Março – 2009**

COM AMOR DEDICO...

Aos meus pais, Carlos Poveda e Ana Maria Parra,
pelo amor, dedicação, carinho, valores aprendidos e pela constante motivação para
continuar estudando.

Às minhas irmãs Maria Victoria e Luisa Fernanda
pelo apoio, amizade, carinho e por sempre me motivar e ajudar.

Ao meu esposo, Nelson Mauricio Lopera Barrero
pelo amor, carinho, paciência, incentivo e confiança
A nosso filho Diego Mauricio, fonte da mais pura inspiração
do mais puro e sincero amor.

A todos meus amigos,
por sua grande amizade e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a luz que ilumina meu caminho e por não me deixar fraquejar nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Carlos Alfonso Poveda e Ana Maria Parra, pelo carinho, compreensão, pela motivação frequente de continuar estudando, por ensinar muitos valores que fizeram de mim a pessoa que sou. Às minhas irmãs, Maria Victoria e Luisa Fernanda, por sempre poder contar com seu carinho, apoio incondicional e pela imensa amizade que temos.

A toda minha família, que me apoiou neste sonho que hoje se faz realidade, e a todas essas pessoas que me acompanharam neste caminho.

Ao meu esposo, Nelson Mauricio Lopera Barrero, por ter acreditado neste sonho, pelo amor, carinho e compreensão durante todo este tempo. A nosso filho Diego Mauricio pelo mais puro sentimento que me fez despertar sendo mãe.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Ivan Moreira por seus ensinamentos, pelo apoio, amizade e motivação constante para a realização do trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Cláudio Furlan pela ajuda, coorientação, amizade e apoio neste trabalho.

Aos meus companheiros de trabalho Carina Scherer, Paulo Carvalho, Leandro Perdigão, Gisele Oliveira, Liliane Piano, Lina Peñuela, Juliana Toledo, Ilton, Guilherme, Marcos, Maicon Borile, Clodoaldo, Thaline e Sergio pela valiosa colaboração e amizade.

Aos meus amigos, Família Lopera Barrero, Marianne Kutschenko, Jayme Povh, Nelson Fukumoto, Sandra Parra, Claudia Vallejo, Alejandra Arango e Ruben Sanabria pelo carinho e amizade.

Ao Prof. Dr. Elias Nunes Martins, Prof. Dr. Clóves Jobim e Prof. Dr. Cláudio Scapinello pela ajuda e apoio em todo momento.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ) por ter-me aceitado e possibilitado fazer este trabalho.

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida no segundo ano de doutorado.

Aos funcionários do laboratório de nutrição, Cleusa e Creuza, aos funcionários da PPZ, Denílson e Rose.

Aos Funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, João, Ruki, Mauro e Antonio pelo auxílio no trabalho de campo.

À empresa BIOVALE pela doação das leveduras.

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

BIOGRAFIA DO AUTOR

ANGELA ROCIO POVEDA PARRA, filha de Carlos Alfonso Poveda Huertas e Ana Maria Parra León, nasceu em Santafé de Bogotá, Estado de Cundinamarca (Colômbia), no dia 12 de Junho de 1978.

Formou-se em Medicina Veterinária e Zootecnia, pela Universidade del Tolima (Ibagué – Colômbia) em setembro de 2001.

Em 2004, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de não-ruminantes. No dia 17 de março de 2006, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação, recebendo o título de Mestre em Zootecnia.

Em 2006, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de não-ruminantes.

No dia 6 de março de 2009 submeteu-se à banca para defesa da Tese

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
I-INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Levedura	2
1.1.1 Composição química	3
1.2 Uso da levedura na alimentação de suínos	3
1.3 Aminoácidos digestíveis	5
1.4 Digestibilidade ileal.....	6
1.5 Citação Bibliográfica	9
II- OBJETIVOS	14
III- UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA MISTA (CERVEJA + CANA-DE- AÇÚCAR) <i>SPRAY DRY</i> NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE INICIAL (15-30 kg)	15
Resumo	15
Abstract	16
Introdução	17
Material e Métodos	17
Resultados e Discussão	22
Conclusões	27
Referências Bibliográficas	27
IV- LEVEDURA DE CANA-DE-AÇÚCAR <i>SPRAY DRY</i> NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO	31
Resumo	31
Abstract	32
Introdução	33
Material e Métodos	34

Resultados e Discussão	39
Conclusões	49
Referências Bibliográficas	49
V- CONSIDERAÇÕES FINAIS	54

LISTA DE TABELAS

	Página
III. UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA MISTA (CERVEJA + CANA-DE- AÇÚCAR) <i>SPRAY DRY</i> NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE INICIAL (15-30 kg)	
TABELA 1- Composição centesimal, química e energética das rações, contendo diferentes níveis de inclusão da levedura mista <i>spray dry</i> (LEV40) para leitões na fase inicial (15-30kg)	20
TABELA 2- Composição química e energética das leveduras <i>spray dry</i> LEV35 e LEV40 (matéria natural)	22
TABELA 3- Coeficientes de digestibilidade (CD), valores digestíveis das leveduras <i>spray dry</i> (LEV35 e LEV40) para leitões na fase inicial (matéria natural).....	23
TABELA 4- Desempenho e nitrogênio da ureia plasmática (NUP) de leitões na fase inicial alimentados com níveis crescentes de inclusão de levedura mista <i>spray dry</i> (LEV40)	24
TABELA 5- Custo do quilograma de ração, custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de leitões na fase inicial, alimentados com levedura mista <i>spray dry</i> (LEV40).....	25
TABELA 6- Desempenho de leitões na fase inicial alimentados com níveis crescentes de inclusão de levedura mista <i>spray dry</i> (LEV40) e duas formas (farelada e peletizada)	26
TABELA 7- Custo do quilograma de ração, custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de leitões na fase inicial, alimentados com levedura mista <i>spray dry</i> (LEV40) e duas formas (farelada e peletizada)	27

IV- LEVEDURA DE CANA-DE-AÇÚCAR <i>SPRAY DRY</i> NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO	
TABELA 1- Composição centesimal das dietas experimentais	36
TABELA 2- Composição centesimal, energética e química das rações, contendo diferentes níveis de inclusão da levedura de cana-de-açúcar <i>spray dry</i> (LEV35), para suínos na fase de crescimento e terminação	38
TABELA 3- Composição química e energética das leveduras <i>spray dry</i> (matéria natural)	40
TABELA 4- Coeficientes de digestibilidade (CD), valores digestíveis das leveduras <i>spray dry</i> (LEV35 e LEV40) para suínos na fase de crescimento (matéria natural)	41
TABELA 5- Coeficientes de digestibilidade ileal aparente da proteína bruta (CDapPB) e dos aminoácidos das leveduras <i>spray dry</i> para suínos na fase de crescimento	42
TABELA 6- Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira da proteína bruta (CDvPB) dos aminoácidos e valores médios de aminoácidos endógenos ileais, determinados com a dieta isenta de proteína (DIP)	43
TABELA 7- Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros das leveduras <i>spray dry</i> (na matéria natural).....	45
TABELA 8- Desempenho, espessura de toucinho na P2 (ET- P2), profundidade de lombo (PL) e nitrogênio da ureia plasmática (NUP) dos suínos na fase de crescimento e terminação alimentados com níveis crescentes de inclusão de levedura <i>spray dry</i> (LEV35) nas rações	46
TABELA 9- Efeito das dietas contendo níveis crescentes de levedura <i>spray dry</i> (LEV35) sobre as características de carcaça e carne de suínos em terminação.....	48
TABELA 10- Custo do quilograma de ração, custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de suínos nas fases de crescimento e terminação, alimentados com levedura de cana-de-açúcar <i>spray dry</i> (LEV35)	48

RESUMO

Foram conduzidos seis experimentos para verificar o valor nutricional e o efeito da inclusão das leveduras *spray dry* em rações para suínos na fase inicial, crescimento e terminação, sobre o desempenho e a viabilidade econômica. No Experimento I foi conduzido um ensaio de digestibilidade total utilizando 15 leitões híbridos comerciais, com $20,98 \pm 7,46$ kg de PV, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Os alimentos estudados foram duas leveduras *spray dry* (levedura de cana-de-açúcar – LEV35 e levedura de cerveja + cana-de-açúcar- LEV40). Os valores de energia digestível (ED kcal/kg) na matéria natural para LEV35 e LEV40, foram 2.788 e 3.455 e de energia metabolizável (EM kcal/kg) foram 2.761 e 3.289, respectivamente. No Experimento II foram utilizados 50 leitões, com peso inicial de $14,60 \pm 1,28$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de inclusão (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) da LEV40. A inclusão da LEV40 propiciou piora linear da conversão alimentar (CA). No Experimento III foram utilizados 80 leitões, com peso inicial de $15,16 \pm 1,36$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, com cinco níveis de inclusão de LEV40 e duas formas de ração (farelada ou peletizada), com quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Não foi observada interação entre os níveis de inclusão da LEV40 na dieta e a forma da ração (farelada e peletizada). No Experimento IV foi conduzido um ensaio de digestibilidade total

utilizando 15 suínos mestiços, com $55,83 \pm 6,36$ kg de PV, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Os alimentos estudados foram os mesmos alimentos do experimento I. Os valores de energia digestível (ED kcal/kg) para LEV35 e LEV40, foram 3.496 e 3.901 e de energia metabolizável (EM kcal/kg) foram 3.475 e 3.862, respectivamente. No Experimento V foi conduzido um ensaio para determinar os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira e aminoácidos digestíveis, utilizando três suínos com $46,3 \pm 2,12$ kg de PV. Os tratamentos consistiram de uma dieta isenta de proteína e duas dietas com LEV35 e LEV40 como única fonte de proteína. Os valores de aminoácidos digestíveis essenciais da LEV35 e LEV40 (lisina: 2,66 e 2,64%; metionina+cistina: 1,11 e 1,03% e treonina: 1,95 e 1,92%, respectivamente) foram utilizados na formulação das rações do Experimento VI. No Experimento VI foram utilizados 40 suínos (20 machos e 20 fêmeas), com peso inicial de $34,39 \pm 7,57$ kg na fase de crescimento e de $62,45 \pm 13,08$ kg na fase de terminação, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Foram avaliados cinco níveis de inclusão (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) da LEV35. Na fase de crescimento, a inclusão da LEV35 propiciou piora no ganho diário de peso (GDP) e na conversão alimentar (CA). O GDP e a CA apresentaram diferença entre o último nível de inclusão (20%) comparado com o nível 0%. Na fase de terminação, houve efeito quadrático para o consumo diário de ração (CDR), sendo o melhor nível obtido com 3,32% de inclusão. O CDR foi diferente nos níveis 15% e 20% de inclusão quando comparados com o nível 0%. Foi observada redução linear para o GDP, CA, peso de abate, peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça fria e peso de pernil. O GDP, CA e PCQ apresentaram diferença do último nível de inclusão (20%) comparado com o nível 0%. Os resultados sugerem a inclusão de até 20% da LEV40 na fase inicial na forma farelada ou peletizada sem prejudicar o desempenho, porém para a fase de crescimento e terminação a inclusão de níveis crescentes da LEV35 prejudica o desempenho. A viabilidade econômica da utilização das leveduras spray dry vai depender da relação de preços entre os ingredientes.

Palavras-chaves: Alimento proteico, aminoácidos digestíveis, cânula ileal, peletização, subproduto, valor nutritivo

ABSTRACT

Six experiments were carried out to determine the nutritional values, the effects of *spray dry* yeast inclusion in starting, growing and finishing pigs on the performance and economic viability. The Experiment I, digestibility assays was carried out with fifteen barrow pigs, with initial weight of 20.98 ± 7.46 kg allotted in a completely randomized design. The evaluated feeds were two spray dry yeast (sugar cane yeast- SCYSD and brewers + sugar cane yeast- BYSD). The values, as fed basis, of digestible energy (DE kcal/kg) obtained for SCYSD and BYSD, were 2.788 and 3.455 kcal/kg and metabolizable energy (ME kcal/kg) were 2.761 and 3.289, respectively. The Experiment II was carried out using 50 piglets, initial weight of 14.60 ± 1.28 kg allotted in a completely randomized design, with five treatments, five replicates and two pigs per experimental unit. The treatments consisted of five diets with increasing levels (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) of BYSD. The inclusion of BYSD propitiated worsening the feed: gain (F:G). The Experiment III were used using 80 piglets, with initial weight of 15.16 ± 1.36 kg allotted in a completely randomized design in 5 x 2 factorial scheme, with five inclusion levels (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) of BYSD and two physical forms of diets (meal and pellet) with, four replicates and two pigs per experimental unit. There were no interaction among the inclusion levels of BYSD and physical form. Also, no effects of inclusion levels of BYSD were observed on performance. The Experiment IV, a digestibility assays were carried out with fifteen barrow pigs, with initial weight of 55.83 ± 6.36 kg allotted in a completely randomized design. The evaluated feeds were the same as of experiment I the values, as fed

basis, of DE obtained for SCYSD and BYSD, were 3.496 and 3.901 kcal/kg and ME (kcal/kg) were 3.475 and 3.862, respectively. In the experiment V an ileal digestibility assays was carried out to determine the coefficient apparent and true ileal digestibility and digestible amino acids were out using three pigs with initial weight of 46.3 ± 2.12 kg, previously submitted to the surgery for simple T canula implantation. The treatments consisted of one diet without protein and two diets of SCYSD and BYSD, being the only protein source. The values of digestible amino acids of SCYSD and BYSD (lysine: 2.66 and 2,64; methionine+cistine: 1.11 and 1,03 and threonine: 1.95 and 1,92, respectively) were used in the diet of experiment six. The values of digestible essential amino acids for SCYSD were used for amino acid composition of meals. In the Experiment VI were used 40 pigs (barrow and gilts), with initial weighing of 34.39 ± 7.57 kg in growing phase and 77.47 ± 6.28 kg in finishing phase, respectively allotted in a completely randomized design, with five treatments, four replicates and two pigs per experimental unit. The five inclusion levels (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) of SCYSD were evaluated. In the growing phase, the inclusion of SCYSD propitiated worsening the daily weight gain (DWG) and fed:gain ratio (F:G). The DWG and the F:G presented difference among 20% levels of inclusion when compared with 0%. The finishing phase, presented a quadratic effect being 3.32% the better inclusion level. The DFI presented difference among levels 15% and 20% of inclusion when compared with 0%. There was a linear reduction of DWG, F:G, slaughter weight, hot carcass weight (HCW), cold carcass yield and ham weight according to SCYSD inclusion. The DWG, F:G and HCW presented differences between level 20% when compared to level 0%. The results suggest the inclusion level of 20% of BYSD in nursery piglets in form meal our pellet, without impairing performance, however, in growing and finishing phase the inclusion level of sugar cane yeast harm performance. However the economic feasibility of spray dry yeast utilization will depend on feedstuffs prices.

Key Words: By-product, digestible amino acids, ileal canula, nutritive value, pellet, protein feedstuffs.

I. INTRODUÇÃO GERAL

A alimentação é o fator que mais influencia os custos totais de produção, representando cerca de 75%, tornando-se uma das maiores preocupações dos suinocultores (Giroto, 1993). Portanto, o sucesso financeiro da produção de suínos está relacionado com a economia nos alimentos utilizados na fabricação da ração (Moreira et al., 2002). As frequentes oscilações nos preços dos cereais e suplementos proteicos vegetais têm aumentado o interesse pelo aproveitamento de alimentos não convencionais, entre eles pode-se destacar os subprodutos da fermentação como a levedura seca (*Saccharomyces* spp) como uma alternativa para substituir o farelo de soja (Faria et al., 2000; Moreira et al., 2002).

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool de cana-de-açúcar, segundo a CONAB (2008) a produção nacional de cana-de-açúcar destinada à indústria sucroalcooleira é de 571,4 milhões de toneladas, das quais 246,4 milhões de toneladas são para fabricação de açúcar e 325,5 milhões de toneladas são para a produção de álcool. A produção nacional de álcool é de 26,60 bilhões de litros, desse total, a região Centro-Sul participa com 24,33 bilhões de litros e para cada litro de álcool é obtido cinco quilogramas de levedura.

No processo de produção de álcool obtém-se a levedura de recuperação ou de cultura, que depois de seca resulta no subproduto levedura seca de cana-de-açúcar, de grande disponibilidade em alguns mercados regionais (Butolo, 1996). Paralelamente, a indústria cervejeira no Brasil tem crescido significativamente, disponibilizando no processo a levedura de cerveja. O teor de proteína bruta da levedura de cana-de-açúcar é de 36,75% inferior ao nível de proteína da levedura de cerveja (42,60%) (Rostagno et al., 2005). Na região noroeste do Paraná é produzido um resíduo da destilação proveniente da mistura das leveduras de cana-de-açúcar e cerveja com teor de proteína bruta de 40%.

1.1 Levedura

Existem vários grupos de microrganismos unicelulares utilizados como fonte de proteína e vitaminas, entre os quais se destacam as leveduras (Yousri, 1982; Moreira, 1984), consideradas importantes fontes proteicas que suplementam rações à base de cereais, em virtude do seu alto conteúdo de lisina. Portanto, quando combinados com alimentos ricos em aminoácidos sulfurados, permitem adequadas formulações de dietas (De Blas et al., 1985).

As leveduras têm sido utilizadas na alimentação humana e animal para diversas finalidades, as espécies mais utilizadas são a *Torulopsis utilis* (*Candida utilis*), a *Saccharomyces cerevisiae* e a *Saccharomyces fragilis* (Miyada, 1990).

No processo fermentativo a levedura *Saccharomyces cerevisiae* tem elevado grau de pureza. Seu uso é bastante diverso: na indústria de panificação utilizada na fermentação de pães; na fermentação alcoólica com a levedura atua como catalisador biológico. A levedura inativa pode ser usada na alimentação animal como fonte de proteína e outros nutrientes e na alimentação humana principalmente na forma de derivados, como complemento nutritivo, aromatizante e realçador de sabor (Halász & Lásztity, 1991).

Nas destilarias de álcool e nas cervejarias são gerados excedentes de células de levedura que, inativadas ou não termicamente, podem ser usadas diretamente (células íntegras de levedura) na nutrição ou processadas para obtenção de derivados da biomassa de levedura, agregando valor aos produtos, tornando-os mais rentáveis (Moreira et al., 2002).

A levedura seca pode ser obtida pela sangria do leite de levedura, diretamente do fundo de dorna e da vinhaça (Butolo, 1996). O produto, originalmente úmido pode ser seco através de rolos rotativos e pela tecnologia *spray dry*. O primeiro método é o mais utilizado e consiste na secagem do leite de levedura por meio do contato direto com a superfície aquecida do rolo rotativo, atingindo temperaturas de até 200°C (Landell Filho et al., 1994).

O método de *spray dry* consiste no bombeamento do leite de levedura em uma câmara de secagem, passando por um cabeçote atomizador que, girando sob alta rotação, atomiza o leite em pequenas gotículas que expostas ao fluxo de ar quente secam instantaneamente (Lahr Filho et al., 1996). Esta tecnologia proporciona um produto de melhor qualidade, mantendo a uniformidade na umidade, granulometria, cor e principalmente pela preservação de seus aminoácidos (Furco, 1997), em consequência de uma menor temperatura e de um período mais curto de processamento (Moreira et al., 2002).

1.1.1 Composição química

Na alimentação animal são comumente usadas as células íntegras de levedura como fonte de proteína e outros nutrientes, enquanto certos derivados como o autolisado e o extrato de levedura vêm sendo utilizados na formulação de produtos para humanos como complemento nutritivo, aromatizante e realçador de sabor. Os produtos de levedura apresentam elevado teor de proteína (30% a 70%), são ricos em vitaminas do complexo B (B1, B2, B6, ácido pantotênico, niacina, ácido fólico e biotina), em minerais e em macro e microelementos, principalmente o selênio e a fibra dietética, representados por carboidratos da parede celular, como mananas e glicanas. As leveduras apresentam níveis relativamente baixos de fibra bruta, sendo normalmente inferiores a 1% (Yamada et al., 2003).

Diversos fatores podem interferir na composição química das leveduras secas de recuperação (*Saccharomyces* spp.), obtidas de destilarias de álcool de cana-de-açúcar. Possuem valores entre 27 e 31% de proteína bruta (base da matéria natural) e são consideradas boas fontes de lisina, o que as tornam interessantes na combinação com grãos de cereais, especialmente o milho, que é pobre neste aminoácido. No entanto, a deficiência de outros aminoácidos importantes limitam a utilização de leveduras como fonte de proteínas para monogástricos (Miyada, 1987), preservando seus atributos de digestibilidade e de eficiência da utilização da proteína pela espécie estudada (Gaiotto, 2005).

Quanto a fração inorgânica, as leveduras possuem elevado conteúdo de matéria mineral, variando de 4 a 14% (Fialho et al., 1983; Lima et al, 1988). As leveduras são ricas em fósforo, principalmente como consequência de tampões, sais e outros aditivos incorporados ao substrato para melhorar o rendimento ou reduzir o tempo de fermentação (Miyada, 1990).

A composição química da levedura entre diferentes amostras pode variar como os apresentados por diversos autores para ED kcal/kg foram de 3.436 a 3.723; para proteína bruta foram de 32,3 a 39,5%. Embora a variação possa ser grande entre diferentes amostras, a levedura apresenta altos níveis de fósforo e baixos de cálcio (Moreira et al., 2002)

1.2 Uso da levedura na alimentação de suínos

A levedura seca tem sido objeto de muitos testes zootécnicos, com o objetivo de melhorar sua utilização na ração (Halász & Lásztity, 1991).

Moreira et al. (1998a) avaliaram os efeitos da inclusão de níveis crescentes (0%, 7%, 14% e 21%) de levedura (*Saccharomyces* spp.) de recuperação, seca pelo método *spray dry*,

em rações de leitões na fase inicial e observaram piora no ganho de peso e na conversão alimentar. Entretanto, Moreira et al., 1999 avaliaram dois níveis (7% e 14%) da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por *spray dry* em rações nas formas fareladas ou peletizadas para leitões na fase inicial e observaram que as rações peletizadas proporcionam melhor desempenho. Zanutto et al., 1999 avaliaram dois níveis de levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por rolo rotativo ou por *spray dry* (7 e 14%), na alimentação de leitões na fase inicial e não observaram efeitos da inclusão da levedura nas variáveis de desempenho, entretanto, o nível de 7% propiciou melhora na conversão alimentar além de reduzir o consumo independente do processo de secagem.

Lopes et al., 2002 avaliaram os efeitos da adição de diferentes níveis de levedura desidratada *spray dry* (0%, 3%, 6% e 9%) sobre o desempenho de leitões na fase inicial. Concluíram que a levedura desidratada *spray dry* pode ser adicionada em até 9% sem prejudicar o desempenho. Avaliando o efeito da substituição do farelo de soja por cinco níveis de levedura desidratada em *spray dry* (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) sobre o desempenho, o desenvolvimento dos órgãos digestivos e a atividade das enzimas digestivas pancreáticas de leitões, Castillo et al., (2003) observaram que a levedura seca não influenciou o ganho diário de peso e o peso do estômago; porém melhorou o consumo da dieta e o peso relativo do intestino com a substituição de até 41% do farelo de soja.

Spark et al., 2005 avaliaram diferentes leveduras e níveis de inclusão (20%, 40% e 60%) e observaram que o nível de 60% melhora as variáveis de desempenho e o metabolismo do nitrogênio. Entretanto, Araújo et al. (2006) avaliaram o efeito da adição de diferentes níveis de levedura desidratada (0%, 5%, 10% e 15%) na ração de leitões na fase inicial e observaram que independente do nível de inclusão o desempenho e a morfologia intestinal, altura dos vilos, a profundidade das criptas e a relação vilosidade/cripta não foram afetados. Junqueira et al., 2008 avaliaram diferentes fontes proteicas (leite em pó desnatado, isolado protéico de soja, farinha de peixe e levedura seca) na alimentação de leitões na fase inicial de crescimento e observaram que as fontes proteicas não influenciaram o desempenho, a morfologia intestinal e a relação do peso de pâncreas em leitões de 36 a 70 dias de idade.

Nas fases de crescimento e terminação, Miyada (1987) avaliou seis níveis de inclusão levedura seca como fonte proteica (0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25%) sobre as variáveis de desempenho, componentes sanguíneos e características de carcaça. Concluiu que a levedura seca pode ser incluída em até 15% e não afeta as variáveis de desempenho, componentes sanguíneos e características de carcaça. Moreira et al. (1998b) avaliaram seis níveis da levedura desidratada *spray dry* (0%; 3,5%; 7%; 10,5%; 14% e 17,5%) sobre o desempenho e

características de carcaça e observaram que os níveis de inclusão da levedura não influenciaram o consumo diário de ração porém influenciaram negativamente o ganho diário de peso e a conversão alimentar. Concluíram que o nível de 7% de levedura desidratada *spray dry* proporciona desempenho e características de carcaça semelhantes as obtidas com rações à base de milho e farelo de soja.

Moreira et al. (2002) avaliaram diferentes níveis de levedura (*Saccharomyces* spp.) seca por *spray dry* (0, 7, 14 e 21%) na alimentação de suínos em crescimento e terminação, observando que a inclusão da levedura seca por *spray dry* na fase de crescimento prejudicou a conversão alimentar, sem influenciar o consumo de ração e o ganho de peso. Porém, na fase de terminação nenhuma das características de desempenho foram influenciadas. Concluíram que a levedura seca por *spray dry* pode ser incluída em até 21% nas rações de suínos, nas fases de crescimento e terminação.

1.3 Aminoácidos digestíveis

Os requerimentos de aminoácidos para suínos são estabelecidos a partir dos aminoácidos essenciais (lisina, metionina, treonina, triptofano, isoleucina, leucina, histidina, fenilalanina e valina) provavelmente, pelos diferentes fatores que podem influenciar os requerimentos de cada aminoácido como manutenção, deposição de proteína (Boisen et al, 2000) e pela digestibilidade dos aminoácidos contidos nas matérias-primas que são utilizadas (Jondreville & Galvez, 1995).

O peso vivo, o ganho diário de peso, o sexo, o genótipo, o meio ambiente e o estado sanitário, determinam a capacidade teórica de deposição de proteína, mas a expressão do potencial destes animais requer adequada suplementação de aminoácidos na dieta (Jondreville & Galvez 1995).

O valor nutritivo da proteína para monogástricos não só é determinado pela composição de aminoácidos e sim pela digestibilidade destes, principalmente dos aminoácidos limitantes (Mosenthin et al, 2000). Portanto, para a formulação de dietas os valores de aminoácidos digestíveis devem ser considerados em detrimento do valor de aminoácidos totais (Jondreville & Galvez, 1995), para otimizar o uso de matérias-primas de alto custo e facilitar a substituição do milho e do farelo de soja por ingredientes alternativos (Sakomura & Rostagno, 2007).

A digestibilidade de um aminoácido é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácido consumido e excretado. A digestibilidade é determinada com base no local em

que é realizada a coleta do material, podendo ser obtida pelo método de coleta fecal ou ileal. A digestibilidade aparente é definida como sendo a diferença entre a quantidade de aminoácido na dieta e a quantidade nas fezes ou na digesta ileal. A digestibilidade verdadeira é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácido na dieta e nas fezes ou digesta ileal, sendo consideradas as perdas endógenas dos aminoácidos, que são subtraídas da quantidade total de aminoácidos presentes nas fezes ou na digesta ileal (Sakomura & Rostagno, 2007).

Vários fatores afetam a perda de aminoácidos endógenos recuperados ao final do intestino delgado (Tamminga et al., 1995). O consumo de matéria seca (Stein et al., 1999; Cervantes-Ramírez et al., 2001), fatores como o conteúdo ou a fonte de fibra (Schulze et al., 1994, Leterme et al., 1996), os níveis de gordura (Li & Sauer, 1994) e de proteína bruta e a presença de compostos antinutricionais (Le Guen et al., 1995), têm um efeito na perda de aminoácidos endógenos.

1.4 Digestibilidade ileal

Um dos fatores mais importantes para avaliar a qualidade de uma dieta e sua resposta produtiva é através da determinação da digestibilidade dos aminoácidos; a qual é estimada em suínos através de coleta e análise de amostras do conteúdo ileal (Cervantes-Ramírez et al., 2000). O uso de valores de digestibilidade ileal na formulação de dietas aumenta o número de alimentos que podem ser utilizados na formulação, sem prejudicar a qualidade nutricional da dieta, possibilitando a utilização de subprodutos, e assim reduzindo o custo da produção de suínos (Williams, 1995).

Embora a digestibilidade total tenha sido aceita como proposta metodológica por quase duas décadas, vários estudos mostraram que a digestibilidade ileal dos aminoácidos estima melhor o valor nutricional das proteínas, comparado com a digestibilidade total, visto que esta não considera a ação da microflora do intestino grosso sobre os compostos nitrogenados (Williams, 1995). O nitrogênio proveniente dos aminoácidos pode ser absorvido pelo intestino grosso na forma de amônia, não havendo absorção significativa de aminoácidos no intestino grosso (Monsenthin et al., 2000). A digestibilidade ileal, é uma técnica adequada para avaliação de alimentos, pois a digestão e absorção da proteína bruta e aminoácidos, é praticamente completa, enquanto no intestino grosso o resultado deste processo é menor e sem valor para os suínos (Just et al., 1981). Porém, o nível de proteína na dieta pode afetar a digestibilidade aparente da proteína bruta e dos aminoácidos nos suínos (Kephart & Sherrit, 1990; Fan et al., 1994; Cervantes-Ramírez et al., 1995).

Diversas técnicas podem ser utilizadas para obter a digestibilidade de aminoácidos nos alimentos para suínos (Stein, 2003); principalmente amostras de digesta coletadas no íleo terminal. A coleta de digesta no íleo terminal de suínos pode ser realizada por meio da implantação da cânula T simples a 10-15 cm da válvula íleo-cecal. Esta técnica tem apresentado vantagens, como: simplicidade da cirurgia, menor período de recuperação pós-cirúrgico e menor alteração da fisiologia digestiva, quando comparada a outras técnicas de avaliação nutricional como a implantação da cânula reentrante, da cânula T simples post-valvular e anastomose íleo-retal (Apolônio et al., 2003). O processo tem demonstrado precisão resultando em pouca variação entre experimentos (Knabe et al., 1989). A cânula T assim como os outros procedimentos que são usados para a coleta de fluído ileal, não permite a coleta total do conteúdo ileal do animal, sendo necessário incluir um marcador indigestível para calcular as mudanças nas concentrações dos aminoácidos. O óxido crômico é geralmente usado para este propósito (Nyachoti et al., 1997)

Assim, os valores de digestibilidade obtidos com amostras coletadas no final do íleo proporcionam os coeficientes de digestibilidade ileal aparente que são calculados simplesmente pela subtração dos aminoácidos excretados e dos aminoácidos ingeridos. Entretanto, a digesta ileal contém além dos aminoácidos não absorvidos os aminoácidos endógenos, como os aminoácidos que foram absorvidos no intestino e que são resecretados no trato intestinal na forma de proteínas endógenas como a mucina, enzimas e descamação celular, entre outros (Jansman et al., 2002), o que proporcionaria valores de digestibilidade ileal verdadeira e, conseqüentemente, maior aproximação dos aminoácidos utilizados pelos suínos (Pozza et al., 2004).

Os aminoácidos secretados dentro do trato intestinal podem ser divididos em secreções endógenas basais (aminoácidos que são secretados dentro do trato gastrintestinal de animais em jejum), além dos aminoácidos secretados em resposta ao consumo de matéria seca (Jansman et al., 2002).

Foi evidenciado que o valor das perdas endógenas (g/kg MS ingerida) depende da matéria seca ingerida pelo animal e este valor pode diminuir se o consumo de matéria seca aumentar por causa da relativa baixa influência da perda endógena de animais em jejum (Moter & Stein, 2004). Como consequência, os valores para perda endógena são calculados em animais submetidos a alimentação à vontade. As secreções endógenas de uma dieta específica podem variar de zero, com ingredientes purificados como a caseína e lactose, a valores que excedam as perdas endógenas basais, como ingredientes fibrosos e com fatores antinutricionais (Jansman et al., 2002).

Diversos trabalhos têm sido realizados com esta técnica, avaliando os mais diversos ingredientes. Dilger et al. (2002) estudaram o efeito da casca de soja sob a digestibilidade dos aminoácidos em suínos em crescimento, submetidos a quatro níveis crescentes de casca de soja (0%, 3%, 6% e 9%) e três dietas controle, observaram que não houve efeito dos níveis de inclusão sobre a digestibilidade ileal aparente. No entanto, a digestibilidade ileal aparente da matéria seca, energia, arginina, histidina, lisina, fenilalanina, ácido aspártico, serina e tirosina decresceram. Os autores concluíram que o nível de inclusão de até 9% de casca de soja pode ser utilizado na fase de crescimento causando mínimo impacto na digestão de nutrientes.

Avaliando diversos alimentos, Apolônio et al. (2003) determinaram os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira e de aminoácidos de quirera de arroz, sorgo baixo tanino, farelo de trigo, milho e leveduras de cana-de-açúcar e de cerveja. As dietas contendo a quirera de arroz, sorgo, farelo de trigo e milho como fonte de proteína foram formuladas para fornecer 7% de proteína bruta e as demais dietas contendo as leveduras de cana-de-açúcar e de cerveja foram formuladas para fornecer 13% de proteína bruta. Entre os alimentos avaliados, a quirera de arroz, o sorgo e o milho apresentaram os maiores coeficientes de digestibilidade verdadeira, enquanto os menores valores foram obtidos para o farelo de trigo. A treonina foi o aminoácido essencial de menor digestibilidade verdadeira na quirera de arroz, farelo de trigo e nas leveduras de cerveja e cana-de-açúcar. A lisina foi o aminoácido menos digestível no sorgo e no milho.

Pozza et al. (2004) determinaram a digestibilidade ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos de seis diferentes farinhas de carne e ossos. Os tratamentos consistiram de uma dieta isenta de proteína à base de açúcar, amido, óleo e casca de arroz, tendo como única fonte proteica as farinhas de carne e ossos. Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, das diferentes farinhas de carne e ossos variaram de 54,87% a 85,46% e a variação entre os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira foram de 57% a 86,39% para a lisina, treonina e metionina. As farinhas de carne e ossos apresentaram grande variação, em função das diferentes amostras, quanto aos coeficientes de digestibilidade ileal aparentes e verdadeiros dos aminoácidos.

Utilizando alimentos de origem animal, Pozza et al. (2005) determinaram a digestibilidade ileal aparente e verdadeira de cinco diferentes farinhas de vísceras. Os tratamentos consistiram de uma dieta isenta de proteína à base de açúcar, amido, óleo e casca de arroz, tendo como única fonte proteica uma das cinco farinhas de vísceras. Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina das farinhas de vísceras

apresentaram variação de 63,4% a 81,11%, e os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeiros oscilaram entre 64,38% a 81,64%.

A formulação de dietas para suínos com alimentos alternativos utilizando os valores de digestibilidade dos aminoácidos é mais precisa (Fontes et al., 2007), garantindo assim a qualidade e o aproveitamento da proteína.

1.5 Citação bibliográfica

- APOLÔNIO, L.R.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos, determinada pela técnica da cânula simples com suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.605-614, 2003.
- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O.M.; LOPES, E.L. et al. Utilização da levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) para leitões na fase inicial. **Revista Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1576-1581, 2006.
- BOISEN, S.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M.R. Ileal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. **Livestock Production Science**, v.64, p.329-251, 2000.
- BUTOLO, J. E. Uso de biomassa de levedura na alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras formas de nutrientes. **In: Workshop Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal**. Campinas, 1996. Resumos. Campinas: ITAL, p.79-80, 1996.
- CASTILLO, W.; KRONKA, R.N.; PIZAURO Jr. J.M. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte proteica em dietas para leitões desmamados sobre o peso de órgãos digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. **Archivo Latinoamericano de Producción Animal**, v.12, n.1, p.12-20, 2004.
- CERVANTES-RAMIREZ, M.; CROMWELL, G. L.; KNABE, D. Ileal digestibility of protein and amino acid in low protein, amino acid fortified diets for growing pigs. **Journal of Animal Science** (suppl.), v. 72, p. 216, 1995.
- CERVANTES-RAMIREZ, M.; GONZÁLEZ-VIZCARRA, V.; RODRIGUEZ-RUBÍ, S. et al. Canulación duodenal e ileal para estudios de digestión en cerdos. **Agrociência**, v.34, n.2, p.135-139, 2000.
- CERVANTES- RAMIREZ, M., GONZÁLEZ-VIZCARRA, V.; RODRÍGUEZ- RUBÍ, S. et al. Pérdida de aminoácidos endógenos en cerdos con diferentes niveles de consumo de alimento. **Agrociência**, v.35, p.707-715, 2001.
- CONAB. Cana-de-açúcar Safra 2008 (Terceiro levantamento). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3lev-cana.pdf>. Acessado: 3/01/2009.
- DE BLAS, J. C.; FRAGA, M. J.; RODRIGUES. J. M. Units for feed evaluation and requirements for commercial grow rabbits. **Journal of Animal Science**, v.60, n.1, p.1021-1027, 1985.
- DILGER, R.N.; RAGLAND, D.; ADEOLA, O. Evaluating the effect of soybean hulls on amino acid digestibility in swine. **Swine Research Report**. Purdue University, 2002.

- FAN, M. Z.; SAUER, W.C.; HARDIN, R.T. et al. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in pigs: Effect of dietary amino acid level. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2851-2859, 1994.
- FARIA, H.G.; SACAPINELLO, C.; FURLAN, A.C. et al., Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por rolo rotativo ou por *spray dry* para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1750-1753, Viçosa, 2000.
- FIALHO, E.T., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T. et al. Determinação dos valores de composição química e de digestibilidade de alguns ingredientes nacionais para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12 n.2, p.337-356, 1983.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; MASCARENHAS, A.G. et al. Composição aminoacídica e digestibilidade ileal de aminoácidos de alimentos energéticos determinados com suínos submetidos à anastomose íleo-retal. *Arquivo Brasileiro de medicina Veterinaria e Zootecnia*, v.59, n.1, p.196-202, 2007.
- FURCO, A.M. Produção de biomassa de levedura em destilarias de álcool. **In: "WORKSHOP" PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL**, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Ital, 1997. p.52-58.
- GAIOTTO, J. R. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)**. 2005. 87p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos- Universidade de São Paulo.
- GIROTTO A. F. **Custo médio de produção de suínos para abate**: Embrapa Suínos e Aves. 1993. 2f (Comunicado Técnico, 206).
- HALÁSZ, A.; LÁSZTITY, R. **Use of yeast biomass in food production**. Boca Raton. CRC Press, 312p, 1991.
- JANSMAN, A.J.M.; SMINK, W.; VAN LEEUWEN, P. et al. Evaluation through literatura data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.98, p.49-60, 2002.
- JONDREVILLE, C.; GALVEZ, J. F. Estimación de la digestibilidad de aminoácidos en cereales y sus subproductos en dietas para ganado porcino. **In: XI Curso de Especialización FEDNA**. Barcelona, 1995.
- JUNQUEIRA, O.M.; SILZ, L.Z.T.; ARAÚJO, L.F. et al. Avaliação de níveis e fontes de proteína na alimentação de leitões na fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1622-1627, 2008.
- JUST, A.; JORGENSEN, H.; FERNANDEZ, J.A. The digestive capacity of ceacum-colon and the value of nitrogen absorbed from the hind gut for protein synthesis in pigs. **British Journal Nutrition**, v.46, p.209-219, 1981.
- KEPHART, K. B.; SHERRITT, G. W. Performance and nutrient balance in growing swine fed low-protein diets supplemented with amino acids and potassium. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 7, p. 1999-2008, 1990.
- KNABE, D.A.; LA RUE, D.C.; GREFF, E.J. et al. Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs by growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.67, p.441, 1989.

- LANDELL FILHO, L.C.; KRONKA, R. N.; THOMAZ, M.C. et al., Utilização da levedura de centrifugação da vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte proteica para leitões na fase inicial (10 a 30 kg de peso vivo). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.2, p.283-291, Viçosa, 1994.
- LAHR FILHO, D.; GHIRALDINI, J.A.; ROSSELL, C.E.V. Estudos de otimização da recuperação de biomassa de levedura em destilarias. **In: Workshop Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal**. Campinas, 1996. Resumos. Campinas: ITAL, p.59-67,1996.
- LE GUEN, M.P., HUISMANN, J. GUEGUEN, J.; et al. Effects of a concentrate of pea antinutritional factors on pea protein digestibility in piglets. **Livestock Production Science**, v.44, p.157-167, 1995.
- LETERME, P.; MONMART, T.; THEWIS, A. et al Effect of oral and parenteral N nutrition vs N-free nutrition on the endogenous amino acid flow at the ileum of the pig. **Journal Science Food Agriculture**, v.71, p.265-271, 1996.
- LI, S.; SAUER, W.C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in Young pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1737-1743, 1994.
- LIMA, G.J.M.M; LAVORENTI, A.; PACKER, U.I. et al. Uso da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de destilarias de álcool de cana-de-açúcar na alimentação de matrizes suínas em gestação e lactação. II. Efeitos sobre o peso dos leitões e das leitegadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.5, p.474-485, 1988.
- LOPES, E.L.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBALHO, R.L.C. et al. Efeito da adição de diferentes níveis de levedura desidratada sobre o desempenho de leitões na fase inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.2, p.21-25, 2002.
- MIYADA, V.S. **A levedura seca na alimentação de suínos: Estudos adicionais sobre seu valor proteico e vitamínico**. 1987. 139p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Aquicultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MIYADA, V.S. A levedura seca na alimentação de suínos. **In: SBZ. Novas Tecnologias Produção Animal**. SBZ, Piracicaba- SP, FEALQ, p. 211-238, 1990.
- MOREIRA, J.R.A. **Uso da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de destilaria de álcool de cana-de-açúcar em rações isocalóricas para suínos em crescimento e acabamento**. 1984. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Aquicultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Universidade de São Paulo.
- MOREIRA, I.; ANDREOTTI, F.L.; FURLAN, A.C. et al. Viabilidade da utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* spp), seca pelo método *spray dry*, na alimentação de leitões em fase de creche. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.2, p. 319-324, 1998a.
- MOREIRA, J.A.; MIYADA, V.S.; MENTEN, J.F.M. et al. Uso da levedura desidratada como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1160-1167, 1998b.
- MOREIRA, I.; ZANUTTO, C.A.; FURLAN, A.C. et al. Utilização de levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por *spray dry*, em rações fareladas ou peletizadas para leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.711-716, 1999

- MOREIRA, I.; JUNIOR, M.M.; FURLAN, A.C. Uso da levedura seca por *spray dry* como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.962-969, Viçosa, 2002.
- MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C.; BLANK, R. et al. The concept of digestible amino acids in diet formulation for pigs. **Livestock Production Science**, v.64, p.265-280, 2000.
- MOTER, V. STEIN, H.H. Effect of feed intake on endogenous losses and amino acid and energy digestibility by growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3518-3525, 2004.
- NYACHOTI, C.M., de LANGE, C.F.M., Mc BRIDE, B.W., SCHULZE, H. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: A review. **Canada Journal Animal Science**, v.77, p.149-163, 1997.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de farinhas de carne e osso para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1181-1191, 2004.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestibilidades ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos de farinhas de vísceras para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2327-2334, 2005.
- ROSTAGNO, H. S; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2005. 186p
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p, 2007.
- 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 of Animal Science**, v.72, p.2362-2368, 1994.
- SPARK, M. PASCHERTZ, H., KAMPHUES, J. Yeast (different source and levels) as protein source in diets of reared piglets: effects on protein digestibility and N-metabolism. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p.184-188, 2005.
- STEIN, H.H.; TROTTIER, N.L.; BELLAVAR, C. et al. The effect of feeding level and physiological status on total flow and amino acid composition of endogenous protein at the distal ileum in swine. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1180-1187, 1999.
- STEIN, H.H. Digestible amino acids: Determination and use. **In: 64 Minnesota Nutrition Conference**. Minneapolis- MN, 2003, p. 231-257.
- TAMMINGA, S.; SCHULZE, H.; VAN BRUCHEM, J. et al. The nutritional significance of endogenous N-losses along the gastro-intestinal tract of farm animals. **Archive Animal Nutrition**, v.48, p.9-22, 1995.
- WILLIAMS, P.R.V. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, n.2, p.173-187, 1995
- YAMADA, E. A.; ALVIM, I. D.; SANTUCCI, M. C. et al. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e seus derivados. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p.423-432, 2003.
- YOUSRI, R.F. Single cell protein: its potential use for animal and human nutrition. **World Veterinary Animal Production**, v.18, n.2, p.49-67, 1982.

ZANUTTO, C.A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por rolo rotativo ou por *spray dry*, na alimentação de leitões na fase inicial. *Acta Scientiarum*, v.21, n.3, p.705-710, 1999.

II. OBJETIVOS GERAIS

- Determinar a composição química (matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, energia bruta, cálcio e fósforo, entre outros) de duas leveduras: 1) Levedura seca de cana-de-açúcar - LEV35; 2) Levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) – LEV40;
- Determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, energia bruta, bem como obter os valores de matéria seca digestível, matéria orgânica digestível, proteína digestível, energia digestível e metabolizável das duas leveduras *spray dry* (LEV35 e LEV 40), utilizando suínos na fase inicial (15-30 kg), crescimento e terminação;
- Estudar os efeitos de inclusão da levedura mista em rações práticas de leitões na fase inicial (15-30 kg), sobre o desempenho, NUP e viabilidade econômica;
- Verificar o efeito de peletização das rações contendo a levedura mista em dietas práticas de leitões na fase inicial (15-30 kg), sobre o desempenho e viabilidade econômica;
- Determinar os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeiro dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, das duas leveduras *spray dry* (LEV35 e LEV 40) para suínos;
- Estudar os efeitos da inclusão da levedura de cana-de-açúcar em rações práticas de suínos nas fases de crescimento e terminação, sobre o desempenho, NUP, características de carcaça e viabilidade econômica.

III. Utilização de levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) *spray dry* na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg)

RESUMO- Foram conduzidos três experimentos com o objetivo de verificar o valor nutricional da levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) *spray dry* e o efeito de sua inclusão em rações para leitões sobre o desempenho e viabilidade econômica. No Experimento I, foi conduzido um ensaio de digestibilidade total utilizando 15 leitões machos castrados, híbridos comerciais, com $20,98 \pm 7,46$ kg de peso vivo, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Foram estudadas duas leveduras *spray dry* (cana-de-açúcar - LEV35 e levedura mista - LEV40) que substituíram 25% a ração referência. Os valores de energia digestível (kcal/kg) na matéria natural para LEV35 e LEV40, foram 2.788 e 3.455 e de energia metabolizável (kcal/kg) foram 2.761 e 3.289, respectivamente. No Experimento II, foi conduzido um ensaio de desempenho avaliando a inclusão da LEV40, foram utilizados 25 machos e 25 fêmeas, com peso inicial de $14,60 \pm 1,28$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0%, 5%, 10%, 15% e 20%), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. A inclusão da LEV40 piorou a conversão alimentar e não influenciou o consumo diário de ração e ganho diário de peso. No Experimento III, foi conduzido um ensaio de desempenho avaliando a inclusão da LEV40 nas formas farelada e peletizada, foram utilizados 40 machos e 40 fêmeas, com peso inicial de $15,16 \pm 1,36$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 (cinco níveis de inclusão (0, 5, 10, 15 e 20%) de LEV40 e duas formas de ração-farelada ou peletizada), com quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Não foi observada interação entre os níveis de inclusão da LEV40 na dieta e a forma da ração (farelada e peletizada) para o desempenho. Os resultados indicam que a inclusão de 20% da levedura mista *spray dry* em rações para leitões nas formas farelada ou peletizada não prejudica o desempenho. Entretanto, a viabilidade econômica vai depender da relação de preços dos ingredientes.

Palavras chaves: Alimento proteico, peletização, subproduto, valor nutricional

III. Utilization of mixed (brewer + sugar cane) *spray dry* yeast in starting pigs (15-30kg) feeding

ABSTRACT- Three experiments were carried out to determine the nutritional values of the mixed (brewer + sugar cane) *spray dry* yeast and its inclusion effects in starting pigs fed on the performance and economic viability. In the Experiment I, a total digestibility assays was carried out with fifteen barrow pigs, hydride commercial with initial weight of 20.98 ± 7.46 kg allotted in a completely randomized design. There were evaluated two *spray dry* yeast (sugar cane - SCYSD and mixed - BYSD). The values, as fed basis, of digestible energy (kcal/kg) obtained for SCYSD and BYSD, were 2.788 and 3.455 kcal/kg and metabolizable energy (kcal/kg) were 2.761 and 3.289, respectively. The Experiment II was carried out to evaluate the inclusion of LEV40 levels on performance using 25 barrows and 25 females with initial weight of 14.60 ± 1.28 kg allotted in a completely randomized design, with five treatments (0%, 5%, 10%, 15% and 20%), five replicates and two pigs per experimental unit. The inclusion of BYSD worsening the feed:gain, there were no effects on daily fed intake and daily weight gain. In the Experiment III, was carried out to evaluate the inclusion of BYSD levels in forms (meal and pellet) on performance using 40 barrows and 40 females, with initial weight of 15.16 ± 1.36 kg allotted in a completely randomized design in 5 x 2 factorial scheme, with five inclusion levels (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) of BYSD and two physical forms of diets (meal and pellet) with, four replicates and two pigs per experimental unit for performance. There was no interaction among the inclusion levels of BYSD and physical form. There were not effects of inclusion levels of BYSD on the performance. The results indicate to inclusion level of 20% of BYSD in starting pigs in form meal our pellet, without impairing performance. However, the economic feasibility of *spray dry* yeast utilization will depend on feedstuffs prices.

Key Words: By-product, nutritive value, pellet, protein feedstuffs

Introdução

Uma grande variedade de ingredientes processados, de origem vegetal tem sido utilizados como fonte energética ou proteica nas dietas de leitões (Bertol et al., 2000). As frequentes oscilações nos preços dos cereais e suplementos proteicos vegetais determinam a busca por produtos alternativos podendo-se destacar a levedura seca (*Saccharomyces* spp.) como uma alternativa para substituir parcialmente o farelo de soja (Faria et al., 2000).

A levedura obtida da indústria sucro-alcooleira é um alimento proteico proveniente da fermentação anaeróbia do caldo de cana ou do melaço (Scapinello et al., 1996). A secagem pelo método de *spray dry*, resulta em um produto de melhor qualidade em função da menor exposição as altas temperaturas (Moreira et al., 1998). A levedura *spray dry* caracteriza-se pela uniformidade na umidade, granulometria, cor e principalmente pela manutenção de seus aminoácidos (Furco, 1997). Além disso, são preservadas as vitaminas do complexo B, principalmente, tiamina, riovflavina, niacina e ácido pantotênico (Furuya et al., 2000), e os elevados teores de lisina, leucina e valina (Miyada, 1987).

As rações de leitões em fase inicial são complexas demandando formulação ajustada e forma física que traga benefícios zootécnicos e econômicos (Fedalto et al., 2002). As rações oferecidas aos leitões na fase inicial são na forma farelada ou peletizada, sendo a farelada a mais utilizada por ser mais econômica e trazer resultados zootécnicos satisfatórios. As rações peletizadas ainda guardam uma relação custo-benefício pouco esclarecida, não obstante melhora o consumo de ração, o ganho diário de peso, a conversão alimentar e diminui a formação de pó, de desperdícios e a seleção de ingredientes (Monteiro, 2002).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o valor nutricional das leveduras *spray dry* (cana-de-açúcar- LEV35 e levedura mista- LEV40), por meio de estudo de digestibilidade e verificar os efeitos de inclusão da LEV40 em rações nas formas farelada e peletizada, para leitões na fase inicial (15-30 kg).

Material e Métodos

Foram conduzidos três experimentos, um de digestibilidade total (experimento I), e dois de desempenho para suínos na fase inicial (experimento II e III). Foram estudadas duas leveduras *spray dry* (levedura de cana-de-açúcar- LEV35 e levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar)- LEV40), disponíveis no mercado paranaense.

Experimento I - Ensaio de digestibilidade total

O ensaio foi realizado no setor de Suinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente ao centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (CCA/UEM), localizada no Estado do Paraná (23°21'S, 52°04'W, a uma altitude de 564 metros), durante o período de abril a maio de 2007. Foram utilizados 15 suínos machos castrados, híbridos comerciais, com $20,98 \pm 7,46$ kg de peso vivo inicial. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), em sala com temperatura controlada (24°C).

A ração referência à base de milho e farelo de soja foi calculada para atender as exigências indicadas no NRC (1998). A ração referência foi composta por milho (69,51%), farelo de soja (26,95%), sal comum (0,52%), calcário (0,64%), fosfato bicálcico (1,49%), suplemento vitamínico mineral (0,65%) e óleo de soja (0,24%). Os alimentos testados foram a LEV35 e LEV40 que substituíram, com base na matéria seca, 25% da ração referência, resultando em duas rações teste (RT). O período experimental durou 17 dias (12 dias de adaptação e cinco de coleta total de fezes e urina). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos, cinco repetições, e a unidade experimental foi constituída por um suíno.

O método de coleta total de fezes e urina foi utilizado, o Fe_2O_3 (2%) foi utilizado como marcador fecal para indicar o início e final das coletas. As fezes totais produzidas foram coletadas uma vez ao dia, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador a -18°C. Posteriormente, o material foi homogeneizado, seco em estufa de ventilação forçada (55°C) e moído em moinho tipo martelo (peneira de 1 mm) para a realização de análises laboratoriais. A urina foi coletada em baldes de plástico, contendo 20 mL de HCl 1:1 para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas por volatilização.

As análises dos alimentos e das fezes foram realizadas segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os valores de energia bruta foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co.). Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), proteína bruta (CDPB) e matéria orgânica (CDMO) foram calculados conforme Moreira et al. (1994). Aplicou-se a fórmula de Matterson et al. (1965) para a obtenção dos nutrientes digestíveis das leveduras *spray dry*.

Para avaliar as diferenças entre os coeficientes de digestibilidade da LEV35 e LEV40, os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o pacote estatístico SAEG (UFV, 1997), de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, em que: $Y_{ij} =$

coeficientes de digestibilidade do tratamento i , da repetição j ; μ = constante associada a todas as observações; T_i = efeito do tipo do alimento i , sendo $i = 1; 2$ (1 = LEV35 e 2 = LEV40); e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Experimento II - Experimento de desempenho com leitões na fase inicial utilizando a LEV40

Foram utilizados 25 machos e 25 fêmeas, híbridos comerciais, com peso inicial de $14,60 \pm 1,28$ kg e final $31,36 \pm 3,82$ kg. O experimento foi realizado no período de março a maio de 2008. As temperaturas mínimas registradas no período experimental foram de $16,99 \pm 3,56$ °C e máxima de $26,8 \pm 4,3$ °C, respectivamente. A umidade relativa do ar média do período experimental pela manhã foi de $83,7 \pm 3,52\%$ e pela tarde de $59,4 \pm 14,9\%$.

Os animais foram alojados em galpão de creche, em baias ($1,32 \text{ m}^2$) do tipo “suspenso” (dois animais por baia) com comedouro semiautomático frontal e bebedouro tipo chupeta na parte posterior, dispostas em três salas, com dez baias, divididas por um corredor central. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Os tratamentos consistiam de cinco rações com níveis crescentes de inclusão (0, 5, 10, 15 e 20%) da levedura mista *spray dry*. As rações à base de milho e farelo de soja (Tabela 1) foram formuladas para atender as exigências recomendadas pelo NRC (1998) para suínos na fase inicial. Foi adicionado L-lisina, DL-metionina, L-treonina e L-triptofano para atender ao padrão de proteína ideal, conforme o indicado pelo NRC (1998) (Tabela 1). Para os cálculos foram utilizados a composição química e energética da LEV40 obtida no experimento de digestibilidade (Tabela 3).

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de inclusão da levedura (0, 5, 10, 15 e 20%), cinco repetições e dois leitões por unidade experimental. Os animais foram pesados no início e no final do experimento, bem como o consumo total de ração computado ao final. Com estes dados foram calculados o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA).

No início e no final do experimento foram colhidas amostras de sangue via veia cava cranial em tubos com heparina (Cai et al. 1994) para análise do nitrogênio da ureia plasmática (NUP). As amostras foram centrifugadas (3.000 rpm por 15 minutos) para obtenção do plasma, e 3 mL de plasma foram transferidos para microtubos de 1,5 mL os quais foram devidamente identificados e armazenados em freezer (-18°C) para posteriores análises. Os valores de NUP foram determinados pelo método de Marsh et al. (1965). Os resultados do NUP inicial foram utilizados como covariável para análise estatística do NUP final.

Tabela 1- Composição centesimal, química e energética das rações, contendo diferentes níveis de inclusão da levedura mista *spray dry* (LEV40) para leitões na fase inicial (15-30 kg)

Itens	Níveis de inclusão da LEV40, %				
	0	5	10	15	20
Milho	73,08	70,38	69,71	70,96	72,21
Levedura <i>spray dry</i>	-	5,00	10,00	15,00	20,0
Farelo de soja	22,76	20,69	16,44	10,14	3,83
Óleo de soja	0,43	0,40	0,37	0,34	0,31
Calcário	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68
Fosfato bicálcico	1,63	1,60	1,59	1,59	1,59
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Leucomag (<i>Leucomicina</i> , 30%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina HCl, 99%	0,36	0,26	0,23	0,26	0,30
DL- Metionina, 99%	0,06	0,04	0,04	0,06	0,07
L-Treonina, 98,5%	0,09	0,03	-	-	-
L-Triptofano, 98%	-	-	0,01	0,03	0,06
Valores calculados²					
Energia digestível, Mcal/kg	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36
Lisina digestível, %	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Metionina+cistina digestível, %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Cálcio, %	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Fósforo total, %	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

¹Suplemento vitamínico e mineral- Conteúdo/kg de produto: vit. A - 2.000.000 UI; vit. D3 - 400.000 UI; vit. E -5000 UI; vit. K3 - 400 mg; vit. B12 - 6000 mcg; vit. B2 -1200 mg; biotina - 20 g; Ac. pantotênico - 2400 mg; Ac. nicotínico - 6000 mg; colina - 30 g; antioxidante - 20.000 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B6 - 600 mg; ácido fólico -200 mg; Cu - 35 g; Zn - 20 g; Co -200 mg; Mn - 8 g; Fe - 20 g; I- 300 mg; veículo q.s.p. - 1.000 g; ² Calculados com base na composição dos alimentos indicados por Rostagno et al. (2005) e de análises realizadas no LANA- UEM.

Para avaliar a viabilidade econômica da levedura mista *spray dry* foram cotados os preços das matérias-primas no mercado local e calculado o custo da ração por quilograma de peso vivo ganho, segundo Bellaver et al. (1985) conforme descrito abaixo:

Y_i (R\$/kg) = $Q_i \times P_i / G_i$, em que: Y_i = custo da ração por kg de peso vivo ganho no i -enésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no i -enésimo tratamento; P_i = preço por kg da ração utilizada no i -enésimo tratamento; G_i = ganho de peso do i enésimo tratamento.

O Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC) foram calculados segundo a metodologia proposta por Gomes et al. (1991). IEE (%) = $M_{Ce} / C_{Tei} \times 100$ e IC (%) = $C_{Tei} / M_{Ce} \times 100$ em que: M_{Ce} = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos; C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos insumos da região de Maringá/PR foram utilizados para calcular os custos das rações experimentais. O milho custou R\$ 0,32/kg, o farelo de soja R\$ 0,76/kg, o óleo de soja R\$ 2,28/kg e a levedura de cerveja + cana-de-açúcar *spray dry* R\$ 1,1/kg.

Os resultados das diferentes variáveis estudadas foram submetidos à análise de regressão polinomial de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + b_1 (N_i - N) + b_2 (N_i - N)^2 + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j , recebendo o nível i de LEV40; μ = constante geral; b_1 = coeficiente de regressão linear do nível de LEV40 sobre a variável Y ; b_2 = coeficiente de regressão quadrático do nível de LEV40 sobre a variável Y ; N_i = níveis de LEV40 nas rações, sendo $i = 0, 5, 10, 15$ e 20% ; N = nível médio de LEV40 nas rações, e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Para a comparação dos resultados da ração testemunha (sem inclusão de LEV40) com cada um dos níveis de inclusão da levedura mista, foi aplicado o teste de Dunnett (Sampaio, 1998). As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o pacote estatístico SAEG (UFV, 1997).

Como foi verificado no experimento II que os níveis de inclusão da LEV40 não apresentaram efeito sobre as variáveis estudadas foi conduzido o experimento III para verificar se o processo de peletização melhoraria as respostas dos níveis mais elevados da LEV40.

Experimento III - Experimento de desempenho com leitões na fase inicial utilizando a LEV40 nas formas farelada ou peletizada

Foram utilizados 40 machos e 40 fêmeas, híbridos comerciais, com peso inicial de $15,16 \pm 1,36$ kg e final $30,72 \pm 2,72$ kg. Os animais foram alojados em galpão de creche, conforme o descrito no experimento II. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5×2 , sendo cinco níveis de inclusão de LEV40 (0, 5, 10, 15 e 20%) e duas formas (farelada e peletizada), com quatro repetições e dois leitões por unidade experimental.

A composição das rações experimentais foi a mesma utilizada no experimento II (Tabela 1). Os demais procedimentos experimentais foram os mesmos descritos no experimento II.

Com o objetivo de avaliar as variáveis de desempenho da inclusão da LEV40 e duas formas (farelada e peletizada) foram submetidas à análise de variância, utilizando o pacote estatístico SAEG (versão 7.1). Foi utilizado o esquema fatorial 5×2 (cinco níveis e duas formas), com quatro repetições, adotando-se os seguintes modelos estatísticos: $Y_{ijkl} = \mu + B_i + N_j + F_k + NF_{jk} + e_{ijkl}$, onde Y_{ijkl} = observação do animal l , dentro do bloco i , nível de inclusão j e da forma k ; μ = constante associada a todas as observações; B_i = Efeito do bloco, sendo $i = 1, 2, 3, 4$; N_j = efeito dos níveis de LEV40, sendo $j = 0, 5, 10, 15, 20\%$; F_k = efeito da forma,

sendo k = farelada e peletizada; NF_{jk} = efeito da interação dos níveis de inclusão j com a forma k e e_{ijkl} = erro aleatório associado a todas as observações.

Resultados e Discussão

Experimento I – Ensaio de Digestibilidade

A levedura de cana-de-açúcar (LEV35) apresentou conteúdo de nutrientes inferiores (Tabela 2) aos encontrados por Moreira et al (1998) e Miyada et al (1992) que avaliaram respectivamente a levedura de recuperação seca por *spray dry* e a levedura seca, como ingrediente de rações de leitões. Os autores encontraram valores para o fósforo 1,23 e 0,67%, o cálcio 0,23 e 1,35% e para a matéria mineral 10,14 e 12,17%, respectivamente. Para matéria seca o valor foi inferior ao encontrado (93,91%) por Miyada et al. (1992) e superior ao encontrado (96,34%) por Moreira et al. (1998). Para a matéria mineral a LEV35 apresentou valores inferiores ao encontrado por Zanutto et al. (1999) utilizando a levedura de recuperação seca por *spray dry* (7,77%), entretanto, o valor da energia bruta foi semelhante (4.228 kcal/kg). A levedura mista (LEV40) apresentou valores inferiores aos encontrados por Spark et al. (2005) para proteína bruta (47,3%) e superiores para matéria orgânica (93,1%).

Tabela 2 – Composição química e energética das leveduras *spray dry* LEV35 e LEV40 (matéria natural)

Itens	LEV35	LEV40
Matéria seca, %	94,52	92,94
Proteína bruta, %	33,6	37,6
Lisina, %	2,77	2,72
Metionina+cistina, %	1,12	1,08
Treonina, %	2,04	1,99
Triptofano, %	0,14	0,29
Cálcio, %	0,04	0,19
Fósforo total, %	0,55	0,63
Matéria mineral, %	3,11	5,83
Matéria orgânica %	91,41	87,11
Energia bruta, kcal/kg	4.218	4.182

A composição química da LEV35 diferiu dos valores apresentados por Rostagno et al. (2005), sendo superior para matéria seca (90,85%), energia bruta (4.157 kcal/kg) e inferiores para proteína bruta (36,75%), cálcio (0,29%), fósforo (0,82) e energia metabolizável (3.370). Porém, foram superiores aos valores encontrados por Brum et al. (1999) para matéria seca (90,28%), proteína bruta (32,02%) e energia bruta (3.932 kcal/kg) e inferiores para cálcio (0,15%) e fósforo (1,02%). Os valores da LEV35 foram inferiores aos encontrados por Zanutto et al. (1999) para a matéria seca (96,0%), proteína bruta (35,27%) e cálcio (0,47%),

porém foi superior para o fósforo (0,42%) e para a energia metabolizável (3.139 kcal/kg) e semelhante para energia bruta (4.283 kcal/kg).

Não foram encontrados dados na literatura para a LEV40, entretanto, comparando os valores da levedura de cana-de-açúcar e cervejaria citados por Rostagno et al. (2005) apresentou valores superiores para matéria seca, cálcio, matéria mineral e matéria orgânica. Porém, para a energia bruta, proteína bruta, fósforo e energia metabolizável foram obtidos valores inferiores.

A LEV40 apresentou valores inferiores para matéria seca (95,9%) e proteína bruta (47,3) e superiores para matéria orgânica (93,1), comparado com os dados obtidos por Spark et al. (2005) que avaliaram a levedura de cerveja para leitões. Os valores de energia metabolizável foram superiores aos encontrados por Albuquerque et al. (2008), que avaliaram um resíduo de cervejaria seco em suínos na fase de crescimento (3.364 kcal/kg).

Os valores da composição química das leveduras foram diferentes dos resultados da literatura, o qual pode ser explicado pela variação de solo, clima e cultivares. Além disso, a levedura pode ser obtida em diversas condições de processamento e manejo que pode afetar também sua composição (Generoso et al., 2008).

Os coeficientes de digestibilidade das duas leveduras *spray dry* (Tabela 3) apresentaram diferenças ($P < 0,05$). A LEV35 apresentou coeficientes de digestibilidade menores que a LEV40, fato que pode ser explicado pela composição da parede celular que pode afetar a eficiência na utilização dos nutrientes uma vez que há dificuldade na digestão desta estrutura (Butolo, 1997).

Tabela 3- Coeficientes de digestibilidade (CD) e valores digestíveis das leveduras *spray dry* (LEV35 e LEV40) para leitões na fase inicial (matéria natural)

Coeficientes, %	LEV35	LEV40
CD da Matéria seca	76,72b	87,27a
CD da Energia bruta	66,08b	82,65a
CD da Proteína bruta	78,97b	93,21a
CD da Matéria orgânica	91,18b	88,69a
Valores digestíveis		
Matéria seca digestível, %	72,51	81,11
Energia digestível, kcal/kg	2.788	3.455
Energia metabolizável, kcal/kg	2.761	3.289
Proteína digestível, %	25,54	33,02
Matéria orgânica digestível, %	86,18	82,43

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da energia bruta da LEV35 foram inferiores (83,79 e 82,97%, respectivamente) aos encontrados por Zanutto et al. (1999) utilizando uma levedura de recuperação seca por *spray dry*. Enquanto a LEV40 foi superior

para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (52,72%) e inferior para o coeficiente de digestibilidade da energia bruta (68,36%) comparado com os resultados de Albuquerque et al. (2008) que utilizaram um resíduo seco de cervejaria para suínos na fase de crescimento.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta da LEV35 foi baixo (78,97%) quando comparado ao milho (80%) e ao farelo de soja (90%) (Fialho et al., 1998), e inferiores ao da levedura mista (93,21%). A baixa digestibilidade proteica da LEV35 pode ser atribuída à resistência da parede celular à ação das enzimas digestivas, uma vez que as leveduras provenientes de destilaria de álcool se tornam mais espessas, dificultando a proteólise (Yamada et al., 2003). A LEV40 apresentou coeficiente de digestibilidade da proteína bruta superior ao encontrado (78,86%) por Albuquerque et al. (2008) que avaliaram um resíduo seco de cervejaria.

O valor de matéria seca digestível, energia digestível e energia metabolizável da LEV35 foram inferiores aos encontrados por Zanutto et al. (1999).

Experimento II – Experimento de desempenho com leitões na fase inicial (15-30 kg) utilizando a LEV40

O CDR e o GDP (Tabela 4) não apresentaram diferenças ($P>0,05$). Castillo et al. (2004) avaliaram o efeito da substituição (0, 25, 50, 75 e 100%) do farelo de soja pela levedura desidratada por *spray dry* como fonte proteica sobre o desempenho, observaram efeito quadrático para o CDR, sendo maior com 41,18% de substituição da proteína bruta do farelo de soja pela proteína bruta da levedura.

Tabela 4 – Desempenho e nitrogênio da ureia plasmática (NUP) de leitões na fase inicial alimentados com níveis crescentes de levedura mista *spray dry* (LEV40)

Itens	Níveis de inclusão da LEV40,%					CV ¹	Dunnet ²	Reg ³
	0	5	10	15	20			
Consumo diário de ração, kg	1,188	1,266	1,234	1,281	1,345	13,36	NS	NS
Ganho diário de peso, kg	0,590	0,609	0,594	0,596	0,579	15,45	NS	NS
Conversão alimentar	2,008	2,081	2,123	2,175	2,339	11,39	NS	L=0,04
NUP, mg/dL	9,97	11,37	11,91	8,67	6,71	26,44	NS	Q=0,05

¹ Coeficiente de variação; ² Teste de Dunnet; ³ Análise de regressão: L= Efeito linear: (Conversão alimentar= 1,99452+0,0151103X); Q= Efeito quadrático: (NUP= 10,0727+0,414903X-0,0299719X²)

A CA apresentou piora linear ($P<0,04$) com a inclusão de LEV40 (Tabela 4), indicando que a LEV40 teve efeito depressivo sobre a eficiência de uso das rações. Segundo Miyada (1987), a piora da conversão alimentar pode ser em função do maior consumo de ração para balancear o consumo energético. Resultados semelhantes foram encontrados por Nunes (1988), Miyada et al. (1992) e Moreira et al. (1998) os quais observaram piora na conversão

alimentar com a inclusão de levedura seca. Entretanto, Spark et al. (2005), Araújo et al. (2006) e Junqueira et al. (2008) avaliaram a levedura e diferentes fontes proteicas em rações para leitões, e não observaram diferenças nas variáveis de desempenho.

O NUP foi influenciado de forma quadrática ($NUP=10,0727+0,414903X-0,0299719X^2$) com a inclusão da LEV40, o que pode indicar desbalanço de aminoácidos e menor eficiência da utilização do nitrogênio com o nível de 6,92% de inclusão de LEV40.

A análise econômica (Tabela 5) indicou aumento linear com a inclusão da LEV40 ($P<0,05$) para o CR, sendo evidente o maior custo (40,14%) ou menor índice de eficiência econômica (71,36%) para o último nível de inclusão.

Tabela 5- Custo do quilograma de ração, custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de leitões na fase inicial, alimentados com levedura mista *spray dry* (LEV40)

Itens	Nível de inclusão da LEV40, %					CV ¹	Dun ²	Reg ³
	0	5	10	15	20			
Peso inicial	14,48	14,77	14,62	14,63	14,53	-	-	-
Peso final, kg	31,20	31,86	31,49	31,28	30,96	-	-	-
Custo da ração, R\$	0,64	0,66	0,68	0,72	0,77	-	-	-
CR, R\$/kg PV ganho	1,29	1,37	1,44	1,57	1,80*	12,15	0,05	L=0,01
IEE	100,00	96,56	89,00	82,07	71,36	-	-	-
IC	100,00	106,89	112,36	121,85	140,14	-	-	-

¹- Coeficiente de variação; ²- Teste de Dunnett; * Valor diferente ($P>0,05$) em relação à testemunha; ³- Análise de regressão: L= Efeito linear: ($CR= 1,24931 + 0,0244824X$)

O teste de Dunnett indicou que o nível 20% de inclusão de LEV40 difere do nível 0%. Esta resposta pode ter ocorrido por causa da adição de aminoácidos sintéticos, principalmente DL-Metionina e L-Triptofano (Tabela 1), que aumentaram o custo da ração, portanto, a decisão pela utilização da LEV40 vai depender da relação de preços existentes entre os ingredientes (milho, farelo de soja e a LEV40).

Experimento III Experimento de desempenho com leitões na fase inicial utilizando a LEV40 nas formas farelada ou peletizada

Não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão da LEV40 e a forma da ração (farelada e peletizada) para nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 6), bem como, não foram observados efeitos ($P>0,05$) dos níveis de inclusão da LEV40 nas rações para leitões.

Tabela 6 – Desempenho de leitões na fase inicial alimentados com níveis crescentes de inclusão de levedura mista *spray dry* (LEV40) e duas formas (farelada e peletizada)

	Níveis de inclusão da LEV40, %					Média	CV
	0	5	10	15	20		
	Consumo diário de ração, kg						
FORMA							
Farelada	1,23	1,15	1,12	1,16	1,11	1,15	
Peletizada	1,13	1,06	0,96	1,27	1,14	1,12	
Média	1,18	1,10	1,04	1,22	1,13	1,14	11,96
	Ganho diário de peso, kg						
Farelada	0,637	0,580	0,558	0,548	0,503	0,565B	
Peletizada	0,619	0,573	0,607	0,703	0,621	0,624A	
Média	0,628	0,577	0,583	0,625	0,562	0,595	12,23
	Conversão alimentar						
Farelada	1,93	1,99	2,01	2,13	2,22	2,06B	
Peletizada	1,83	1,85	1,60	1,80	1,85	1,79A	
Média	1,88	1,92	1,81	1,97	2,04	1,93	9,64

Médias seguidas de letras diferentes, maiúscula na coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

Resultados semelhantes foram observados por Moreira et al. (1999) avaliando a utilização da levedura de recuperação seca por *spray dry* em rações fareladas ou peletizadas para leitões na fase inicial. Embora a peletização não tenha influenciado ($P > 0,05$) o CDR, ela melhorou o GDP e por consequência a CA, estes resultados podem ter ocorrido em função da pulverulência ser maior nas rações fareladas, ocorrendo maior desperdício.

O processo de peletização das dietas melhora a digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica, temperatura e umidade utilizada no processo (Andriguetto et al., 2000). Em relação aos carboidratos, a digestibilidade aumenta, pois tal processo provoca desagregamento dos grânulos de amilose e amilopectina, facilitando a ação enzimática. No caso das proteínas, a peletização também promove alteração das estruturas terciárias, facilitando a digestão das mesmas (Wondra et al., 1995).

A peletização, independente do nível de levedura, proporcionou maior ganho diário de peso ($P < 0,05$) e melhorou a conversão alimentar, semelhante ao relatado por Moreira et al. (1999) porém Moreira et al. (1995) e Costa et al. (2006) não observaram efeitos sobre o desempenho utilizando rações fareladas e peletizadas.

Os resultados da análise econômica (Tabela 7) mostraram aumento linear ($P < 0,05$) do CR na forma farelada com cada nível de inclusão da LEV40, o que não aconteceu com a ração peletizada.

Tabela 7- Custo do quilograma de ração, custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de leitões na fase inicial, alimentados com levedura mista *spray dry* (LEV40) e duas formas (farelada e peletizada)

	Níveis de inclusão de LEV40, %					CV ¹	Dun ²	Reg ³
	0	5	10	15	20			
	CR, R\$/kg PV ganho							
FORMA								
Farelada	1,24	1,31	1,37*	1,53*	1,71*	4,78	0,05	L=0,01
Peletizada	1,26	1,31	1,17	1,39*	1,52*	12,83	0,05	NS
	IEE							
Farelada	100,00	94,08	90,35	80,73	72,27	-	-	-
Peletizada	92,60	89,14	100,00	84,25	77,24	-	-	-
	IC							
Farelada	100,00	103,30	110,68	123,87	138,27	-	-	-
Peletizada	108,00	112,18	100,00	118,70	129,46	-	-	-

¹ Coeficiente de variação; ² Teste de Dunnet; * Valor diferente (P<0,05) em relação a testemunha; ³ Análise de regressão: Forma farelada, L= Efeito linear: (CR= 1,19884 + 0,0233166X)

O teste de Dunnett indicou que os níveis 10, 15 e 20% de inclusão da LEV40 na ração farelada apresentaram custo superior (10,68; 23,87 e 38,27%, respectivamente) quando comparado ao nível 0%. Entretanto, para a forma peletizada os níveis que apresentaram maior custo por quilograma de ração de peso vivo foram os níveis 15% e 20% (18,70% e 29,46%, respectivamente), em função da adição de aminoácidos sintéticos na dieta. Portanto, a utilização da LEV40 na fase inicial na forma farelada ou peletizada em níveis de até 20% não prejudicam o desempenho, porém, eleva os custos da alimentação de suínos entre 38 e 29%, respectivamente.

Conclusões

Os coeficientes de digestibilidade da levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) *spray dry* (LEV40) são melhores que os da cana-de-açúcar (LEV35) para leitões na fase inicial. Os valores de ED (kcal/kg) da LEV35 e LEV40 são de 2.788 e 3.455 e de EM kcal/kg de 2.761 e 3.289, respectivamente. Os resultados sugerem que a inclusão de até 20% de levedura mista *spray dry* em rações na forma farelada ou peletizada para leitões não influencia o desempenho. Entretanto, a viabilidade econômica de sua utilização vai depender da relação de preços entre os ingredientes.

Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, D.M.N.; LOPES, J.B.; RIBEIRO, M.N. et al. Digestibilidade dos nutrientes do resíduo seco de cervejaria para suínos na fase de crescimento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais ...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Normas e Padrões de Nutrição e Alimentação Animal**: Revisão 2000. Curitiba: DTPA-SDR-MAARA, 2000. 145 p.

- ARAUJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; LOPES, E.L. Utilização da levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) para leitões na fase inicial. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1576-1581, 2006.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.20, n.8, p.967-974, 1985.
- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; MORES, N. Efeito de diferentes fontes proteicas sobre o desempenho, composição corporal e morfologia intestinal em leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1735-1742, 2000.
- BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; ZANOTTO, D.L. et al. **Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. p.1-4 (Comunicado Técnico241).
- BUTOLO, E.A.F.; NOBRE, P.T.C.; BUTOLO, J.E. Determinação do valor energético e nutritivo da levedura de cana-deaçúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Campinas. **Trabalhos...** Campinas, SP: FACTA/WSPA-BR, 1997. p.11.
- CAI, Y.; ZIMMERMAN, D.R.; EWAN, R.C. Diurnal variation in concentrations of plasma urea nitrogen and amino acids in pigs given free access to feed or fed twice daily. **Journal Nutrition**, v.124, p.1088-1093, 1994.
- CASTILLO, W.; KRONKA, R.N.; PIZAURO Jr, J.M. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte proteica em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgãos digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. **Archivo Latinoamericano de Producción Animal**, v.12, n.1, p.12-20, 2004.
- COSTA, E.R.; SILVA, L.P.G.; SILVA, J.H.V. et al. Desempenho de leitões alimentados com diversas formas físicas da ração. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n.3, p.241-247, 2006.
- FARIA, H.G.; SACAPINELLO, C.; FURLAN, A.C. et al., Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por rolo rotativo ou por spray dry para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1750-1753, 2000.
- FEDALTO, L. M.; TKACZ, M.; CORATO, J. L. et al. Rações farelada versus peletizada nas fases pré-inicial e inicial de leitões. In: I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Brasil, 2002.
- FIALHO E.T.; LIMA J.A.; SILVEIRA P.R. et al. Avaliação de digestibilidade dos nutrientes de alguns alimentos através de ensaios metabólicos com suínos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, p.330-332, 1998.
- FURCO, A.M. Produção de biomassa de levedura em destilarias de álcool. In: "WORKSHOP" PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Ital, 1997. p.52-58.
- FURUYA, W.M.; SERON, S.; VARGAS, L. et al. Níveis de levedura desidratada *spray dried* na dieta de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, v.30, n.4, p. 699-704, 2000.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.

- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. Análise econômica da utilização de trigoilhado para suínos. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1991, p.1-2 (Comunicado Técnico, 179).
- JUNQUEIRA, O.; SILZ, L.Z.T.; ARAUJO, L.F. et al. Avaliação de níveis e fontes de proteína na alimentação de leitões na fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1622-1627, 2008.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, **Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of the determination of blood urea. **Clinical Chemistry**. v.11, n.578, 1965.
- MIYADA, V.S. **A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre o seu valor proteico e vitamínico**. Piracicaba, 1987. (Tese de livre docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MIYADA, V.S.; LAVORENTI, A.; PACKER, I.U. A levedura seca como ingrediente de rações fareladas ou peletizadas de leitões em recria, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.439-447, 1992.
- MONTEIRO, D.P. Dietas minipeletizadas: a nova nutrição dos leitões. **Revista Porkworld**, n.6, p.24-26, maio/junho 2002.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e da soja integral processados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; et al. Uso de ração farelada ou peletizada quando se utiliza milho pré-cozido na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.1, p.100-107, 1995.
- MOREIRA, I.; ANDREOTTI, F.A.; FURLAN, A.C. et al. Viabilidade da utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp), seca pelo método de *spray dry*, na alimentação de leitões em fase de creche **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.319-324, 1998.
- MOREIRA, I.; ZANUTTO, C.A.; FURLAN, A.C. et al. Utilização de levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.), seca por *spray dry*, em rações fareladas ou peletizadas para leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.711-716, 1999.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington. D.C., 1998.
- NUNES, J.R.V. Uso da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação inicial de leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1988. p.18.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal Animal Science**, v.27, n.5. p. 1303-1309, 1968.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2005. 186p.
- SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte- MG, Universidade Federal de Minas Gerais, p.221, 1998.

- SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. et al. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp), seca pelo método *spray dry* para coelhos em crescimento **Revista Unimar**, v.18, n.3, p.587-598, 1996.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária, p. 235, 2002.
- SPARK, M.; PASCHERTZ, H.; KAMPHUES, J. Yeast (different sources and levels) as protein source in diets reared piglets: effects on protein digestibility and N-metabolism. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p.184-188, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas- SAEG**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997, 150p.
- YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C. et al. Composição centesimal e valor proteico de levedura residual da fermentação etanólica e seus derivados. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p.423-432, 2003.
- WONDRA, K.J.; HANCOCK, J.D.; BEHNKE, K.C. et al. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility and stomach morphology in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, n.3, p.757-763, 1995.
- ZANUTTO, C.A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Utilização de levedura de recuperação (*Saccharomyces* spp.) seca por *spray dry* ou por rolo rotativo na alimentação de leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.705-710, 1999.

IV. Levedura de cana-de-açúcar *spray dry* na alimentação de suínos na fase de crescimento e terminação

RESUMO- Foram conduzidos três experimentos para determinar o valor nutricional das leveduras *spray dry* (cana-de-açúcar-LEV35 e cerveja + cana-de-açúcar-LEV40) e o efeito da sua inclusão em rações para suínos na fase de crescimento e terminação sobre o desempenho e as características de carcaça. No Experimento IV foi conduzido um ensaio de digestibilidade total utilizando 15 suínos machos castrados, com $55,83 \pm 6,36$ kg de PV, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Os alimentos estudados foram duas leveduras *spray dry* (LEV35 e LEV40). Os valores de ED (kcal/kg) na matéria natural para LEV35 e LEV40, foram 3.496 e 3.901 e EM (kcal/kg) foram 3.475 e 3.862, respectivamente. No Experimento V foi conduzido um ensaio de digestibilidade ileal para determinar os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira e aminoácidos digestíveis, utilizando três suínos com $46,3 \pm 2,12$ de PV. Os tratamentos consistiram de uma dieta isenta de proteína e duas dietas com LEV35 e LEV40 como única fonte de proteína. Os valores de aminoácidos digestíveis essenciais da LEV35 e LEV40 (lisina: 2,66 e 2,64%; metionina+cistina: 1,11e 1,03% e treonina: 1,95 e 1,92%, respectivamente) foram utilizados para calcular as rações do experimento seis. No Experimento VI foram utilizados 20 machos e 20 fêmeas, com peso inicial de $34,39 \pm 7,57$ kg na fase de crescimento e de $62,45 \pm 13,08$ kg na fase de terminação, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0%, 5%, 10%, 15% e 20% de inclusão da LEV35), quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Na fase de crescimento, a inclusão da LEV35 piorou o GDP e a CA. O GDP e a CA apresentaram diferença entre o nível de inclusão 20% quando comparado com o nível 0%. Na fase de terminação, houve efeito quadrático para o CDR, sendo o melhor nível obtido com 3,32% de inclusão. O CDR foi diferente nos níveis 15% e 20% de inclusão quando comparados com o nível 0%. Foi observada redução linear com o aumento da LEV35 para o GDP, CA, peso de abate, peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça fria e peso de pernil. O GDP, CA e PCQ apresentaram diferença do último nível de inclusão (20%) comparado com o nível 0%. A adição de níveis crescentes da levedura de cana-de-açúcar prejudica o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação.

Palavras-chaves: Aminoácidos digestíveis, cânula ileal, levedura de cerveja, subproduto, valor nutricional

IV. Sugar cane *spray dry* yeast in growing and finishing pigs feeding

ABSTRACT- Three experiments were carried out to determine the nutritional values of yeast *spray dry* (sugar cane – SYCSD and brewer + sugar cane – BYSD) and its inclusion effects in growing and finishing pigs fed on the performance and carcass trait. In the Experiment IV, a total digestibility assays was carried out with fifteen barrow pigs, with initial weight of 55.83 ± 6.36 kg allotted in a completely randomized design. The evaluated feeds were two spray dried yeast (SCYSD and BYSD). The values, as fed basis, of DE (kcal/kg) obtained for SCYSD and BYSD, were 3.496 and 3.901 kcal/kg and ME (kcal/kg) were 3.475 and 3.862, respectively. In the Experiment V an ileal digestibility assays was carried out to determine the coefficient apparent and true ileal digestibility and digestible amino acids were out using three pigs with initial weight of 46.3 ± 2.12 kg. The treatments consisted of one diet without protein and two diets of SCYSD and BYSD being the only protein source. The values of digestible amino acids the SCYSD and BYSD (lysine: 2.66 and 2.64%; methionine+cistine: 1.11 and 1.03% and threonine: 1.95 and 1.92%, respectively) were used in the diet of experiment six. In the Experiment VI there were out using 20 barrows and 20 gilts, with initial weight of 34.39 ± 7.57 kg in growing phase and 77.47 ± 6.28 kg in finishing phase, allotted in a completely randomized design, with five treatments (0%, 5%, 10%, 15% and 20% of inclusion SCYSD), four replicates and two pigs per experimental unit. In the growing phase, the inclusion of SCYSD worsening with the levels of inclusion for the daily weight gain (DWG) and fed:gain ratio(F:G). The DWG and the F:G presented difference among 20% levels of inclusion when compared with 0%. In the finishing phase, The DFI presented quadratic effect being 3.32% the better inclusion level. The DFI has presented difference among levels 15% and 20% of inclusion when compared with 0%. There was a linear reduction of DWG, F:G, slaughter weight, hot carcass weight (HCW), cold carcass yield and ham weight according to SCYSD inclusion. The DWG, F:G and HCW presented differences between level 20% when compared to level 0%. The addition crescent levels of sugar cane yeast worsening the performance of pigs in growing and finishing.

Key-words: Brewer yeast, by-product, digestible amino acids, ileal canula, nutritional value

Introdução

As frequentes oscilações nos preços dos cereais e suplementos proteicos vegetais utilizados na alimentação dos animais domésticos têm aumentado o interesse pela utilização de diferentes ingredientes provenientes da agroindústria vegetal e animal (Ferreira et al., 1997; Faria et al., 2000).

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool de cana-de-açúcar, com sua indústria alcooleira em plena expansão. No processo de produção de álcool existe a produção da levedura (de recuperação e de cultura), que depois de seca resulta no subproduto levedura seca de cana, de grande disponibilidade no mercado em algumas regiões (Butolo, 1996). Paralelamente, a indústria cervejeira no Brasil disponibiliza a levedura de cerveja. A levedura de cana-de-açúcar possui teor de proteína bruta (36,75%) inferior a levedura de cerveja (42,60%) (Rostagno et al., 2005). Todavia, o mercado paranaense disponibiliza uma nova levedura, produzida a partir da mistura destes dois subprodutos, que possui nível proteico intermediário (40%).

As leveduras são consideradas importantes suplementos proteicos em virtude do alto conteúdo de lisina, portanto, quando utilizados com alimentos ricos em aminoácidos sulfurados, permitem adequadas formulações de dietas (Barbosa et al., 2007). Os produtos de levedura apresentam elevado teor de proteína, são ricos em ácidos nucleicos, principalmente RNA (8 a 12%), vitaminas do complexo B, em minerais, em macro e microelementos, principalmente selênio além de fibra dietética, representados por carboidratos da parede celular, como mananas e glicanas (Yamada et al, 2003).

A levedura seca tem sido objeto de muitos estudos zootécnicos na busca de obter a melhor forma de utilização na ração e seus efeitos na dieta do animal (Halász & Lásztity, 1991). Segundo Moreira et al. (2002) a levedura pode ser incluída em até 21% na ração de suínos na fase de crescimento e terminação, sem prejudicar o desempenho.

O valor nutritivo da proteína para monogástricos não só é determinado pela composição de aminoácidos e sim pela digestibilidade dos aminoácidos, principalmente dos limitantes (Mosenthin et al, 2000). Portanto, um dos fatores mais importantes para avaliar a qualidade da dieta e a resposta produtiva dos animais é realizar a digestibilidade dos aminoácidos determinada através de amostras do conteúdo ileal (Cervantes-Ramírez et al., 2000). Os valores de digestibilidade obtidos definem os coeficientes de digestibilidade ileal aparente (Jansman et al., 2002), valores de digestibilidade ileal verdadeira e, conseqüentemente, maior aproximação dos aminoácidos utilizados pelos suínos (Pozza et al., 2004), o que otimizará o

uso de matérias-primas de alto custo e ainda facilitaria a substituição do milho e do farelo de soja por ingredientes alternativos (Sakomura & Rostagno, 2007).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o valor nutricional de duas leveduras (cana-de-açúcar - LEV35 e cerveja + cana-de-açúcar - LEV40) *spray dry* e sua utilização em rações de suínos na fase de crescimento e terminação.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no setor de Suinocultura da fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (CCA/UEM), localizada no Estado do Paraná (23°21'S, 52°04'W, a uma altitude de 564 metros).

Foram conduzidos três experimentos: digestibilidade total, digestibilidade ileal e um de desempenho de suínos na fase de crescimento e terminação. Os alimentos estudados foram duas leveduras *spray dry* (cana-de-açúcar - LEV35 e cerveja + cana-de-açúcar - LEV40) disponíveis na agroindústria paranaense.

Experimento IV - Ensaio de digestibilidade total

O ensaio de digestibilidade total foi conduzido durante o período de maio a junho de 2007, no qual foram utilizados 15 suínos machos castrados, híbridos de linhagem comerciais, com $55,83 \pm 6,36$ kg de peso vivo inicial. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), em sala com temperatura controlada (21°C).

Foi formulada a ração referência, composta por milho (72,90%), farelo de soja (24,45%), sal comum (0,57%), calcário (0,64%), fosfato bicálcico (0,87%) e suplemento vitamínico e mineral (0,57%), formulada para atender às exigências do NRC (1998). As leveduras *spray dry* (LEV35 e LEV40) substituíram, com base na matéria seca, 25 % da ração referência (RR).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos, cinco repetições, e a unidade experimental foi constituída por um suíno. O ensaio de digestibilidade teve duração de 12 dias, sendo sete dias de adaptação e cinco dias de coleta total de fezes e urina. Foi utilizado o método de coleta total de fezes e urina, utilizando 2% de Fe₂O₃ como marcador fecal para indicar o início e final das coletas. As fezes totais produzidas foram coletadas uma vez por dia, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador a -18°C. Posteriormente, o material foi homogeneizado, seco em estufa de ventilação forçada (55°C) e moído em moinho tipo martelo (peneira de 1 mm) para

a realização de análises laboratoriais. A urina foi coletada em baldes de plástico, contendo 20 mL de HCl 1:1 para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas por volatilização.

As análises dos alimentos e das fezes foram realizadas segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os valores de energia bruta dos alimentos e das fezes foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co.). Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), proteína bruta (CDPB) e da matéria orgânica (CDMO) foram calculados conforme Moreira et al. (1994a). Aplicou-se a fórmula de Matterson et al. (1965) para a obtenção dos nutrientes digestíveis das leveduras *spray dry*.

Para avaliar diferenças entre os coeficientes de digestibilidade da LEV35 e LEV40, os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o pacote estatístico SAEG (UFV,1997), de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ em que: Y_{ij} = coeficientes de digestibilidade do tratamento i , da repetição j ; μ = constante associada a todas as observações; T_i = efeito do tipo do alimento i , sendo $i = 1; 2$ (1 = LEV35 e 2 = LEV40); e_{ij} = erro aleatório associado a todas as observações.

Experimento V - Ensaio de digestibilidade ileal

O ensaio de digestibilidade ileal foi conduzido utilizando três suínos, com $46,3 \pm 2,12$ kg de PV, os quais foram submetidos a cirurgia para implantação da cânula T-simples, conforme procedimentos descritos por Bellaver (1989) e Souza (2003). Após a cirurgia os animais foram transferidos individualmente para baias de alvenaria, onde, durante vinte dias foram realizados os cuidados pós-operatórios.

Os tratamentos consistiram de duas dietas (Tabela 1), tendo como única fonte de proteína um dos alimentos (LEV35 e LEV40). Adicionalmente foi elaborada uma dieta isenta de proteína (DIP) para determinação da excreção endógena de proteína e aminoácidos. Foi adicionado nas rações 0,50% de óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador da indigestibilidade.

Os dois alimentos foram avaliados em três suínos em seis períodos experimentais. O ensaio teve duração de seis dias, sendo cinco dias de adaptação (determinação do consumo de ração e regulação do fluxo intestinal) e um dia de coleta da digesta. Nos períodos seguintes foram três dias de adaptação e um dia de coleta da digesta. Em outro período de seis dias (cinco dias de adaptação e um dia de coleta da digesta) foi realizado o mesmo procedimento para determinação da excreção endógena dos aminoácidos e da proteína, por meio do fornecimento da ração DIP.

Tabela 1- Composição centesimal das dietas experimentais.

Ingredientes	Dietas		
	LEV35	LEV40	DIP
Levedura <i>spray dry</i>	35,00	35,00	-
Amido	31,23	31,23	50,14
Açúcar	25,50	25,50	39,90
Casca de arroz moída	4,50	4,50	5,00
Calcário	0,57	0,57	0,70
Fosfato bicálcico	1,10	1,10	1,24
Óleo de soja	1,00	1,00	2,00
Sal comum	0,30	0,30	0,30
Suplemento vitamínico+mineral ¹	0,30	0,30	0,30
Óxido crômico	0,50	0,50	0,50
Total	100	100	100

1-Suplemento vitamínico e mineral para suínos na fase de crescimento

A digesta ileal coletada foi armazenada sob refrigeração (-18°C) após o término da coleta, posteriormente as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e liofilizadas, para evitar degradação dos aminoácidos. As amostras liofilizadas foram então acondicionadas em potes de plástico com tampa e mantidas em freezer para posteriores análises. As amostras analisadas foram compostas da digesta dos três animais com o mesmo tratamento.

Os teores de MS e cromo nas digestas, dietas experimentais e DIP foram determinados, de acordo com as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002), e os aminoácidos dos alimentos e fezes, foram determinados por meio de HPLC conforme o indicado por AOAC (1990). A digestibilidade ileal dos aminoácidos foi calculada com base nos níveis de cromo (Cr), nas rações e digestas, por meio do cálculo do fator de indigestibilidade (FI), sendo utilizadas as fórmulas descritas por Sakomura & Rostagno (2007).

Os resultados deste experimento (valores de aminoácidos digestíveis) foram utilizados nas formulações das rações dos experimentos de desempenho de suíno nas fases de crescimento e terminação.

Experimento VI - Experimento de desempenho e características de carcaça de suínos utilizando a LEV35

O experimento de desempenho foi realizado utilizando 20 suínos machos e 20 fêmeas com peso inicial de $34,39 \pm 4,62$ kg e final de $57,47 \pm 7,87$ kg (fase de crescimento) e de $62,45 \pm 5,68$ kg de peso inicial e final $88,41 \pm 6,96$ kg (fase de terminação).

Os experimentos de crescimento e terminação foram realizados nos períodos de outubro a dezembro de 2007. As temperaturas médias, registradas na fase de crescimento no período experimental, foram de $18,6 \pm 1^\circ\text{C}$ mínima e máxima de $29,9 \pm 1^\circ\text{C}$ e na fase de terminação

foram mínima de $18,5 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e máxima de $29,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. A umidade relativa do ar no período experimental na fase de crescimento pela manhã foi de $78,25 \pm 1,35\%$ e à tarde de $55,6 \pm 0,7\%$, e na fase de terminação foi de $75,25 \pm 1,65\%$ de manhã e de $50,75 \pm 4,15\%$ à tarde.

Os animais foram alojados em galpões de alvenaria, cobertos com telhas de fibrocimento, divididos em duas alas, cada uma composta por 10 baias ($7,60 \text{ m}^2$ cada), separada por um corredor central. Cada baia possuía bebedouros tipo chupeta no fundo e comedouro semiautomático localizado na parte frontal, o que proporcionava livre acesso a ração e água. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Os tratamentos consistiam de cinco rações com níveis crescentes de inclusão (0, 5, 10, 15% e 20%) de levedura de cana-de-açúcar *spray dry* (LEV35). Foi utilizado este alimento pois apresentou melhores coeficientes de digestibilidade ileal e por disponibilidade no mercado. As rações foram à base de milho e farelo de soja (Tabela 2). As rações foram isonutricionais, e atenderam as exigências indicadas pelo NRC (1998). Foi adicionado L-Lisina, DL-Metionina e L-Treonina para atender ao padrão de proteína ideal, mantendo-se a relação lisina: energia conforme o indicado pelo NRC (1998).

Os suínos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 5, 10, 15 e 20%), quatro repetições e dois suínos por unidade experimental. Os animais foram pesados no início e no final de cada fase do experimento, quando foi computado o consumo de ração. Com estes dados foi calculado o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA).

No início e no final da fase de crescimento foram colhidas amostras de sangue em tubos contendo heparina, via veia cava cranial, seguindo as indicações de Cai et al. (1994). Para a determinação do nitrogênio da ureia plasmática (NUP). Os valores de NUP foram determinados pelo método de Marsh et al. (1965). Os valores de NUP obtidos no início do experimento foram utilizados como covariável para análise estatística desta variável.

Com o objetivo de avaliar as características quantitativas de carcaça foram abatidos quatro animais por tratamento, que representavam melhor o peso médio final de cada tratamento. As carcaças foram avaliadas segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ABCS, 1973) e Bridi & Silva (2007). As áreas de olho-de-lombo (AOL) e de gordura foram determinadas com auxílio do *software Spring* (1996).

Tabela 2- Composição centesimal, energética e química das rações, contendo diferentes níveis de inclusão da levedura de cana-de-açúcar *spray dry* (LEV35), para suínos na fase de crescimento e terminação

Itens	Níveis de inclusão da LEV35, %				
	0	5	10	15	20
Fase de crescimento					
Milho	70,27	71,75	73,23	74,71	76,34
Levedura <i>spray dry</i>	-	5,00	10,00	15,00	20,0
Farelo de soja	26,16	19,65	13,14	6,64	-
Óleo de soja	0,78	0,71	0,64	0,57	0,49
Calcário	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77
Fosfato bicálcico	1,24	1,25	1,26	1,27	1,27
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento vitamínico + mineral ¹	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Leucomag (<i>Leucomicina</i> , 30%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina HCl, 99%	0,14	0,18	0,22	0,25	0,29
DL- Metionina, 99%	0,015	0,033	0,050	0,068	0,086
Valores calculados ² ou analisados ²					
Energia digestível, Mcal/kg	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Lisina digestível, %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Metionina+cistina digestível,%	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Cálcio, %	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Fósforo total, %	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Fase de terminação					
Milho	83,52	83,27	84,39	82,47	77,70
Levedura seca por <i>spray dry</i>	-	5,00	10,00	15,00	20,0
Farelo de soja	13,79	9,22	3,08	-	-
Óleo de soja	0,39	0,22	0,15	0,19	0,11
Calcário	0,57	0,60	0,63	0,65	0,66
Fosfato bicálcico	0,87	0,86	0,86	0,85	0,83
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento vitamínico + mineral ¹	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Leucomag (<i>Leucomicina</i> , 30%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina HCl, 99%	0,23	0,23	0,28	0,24	0,10
L Treonina, 98%	0,035	0,005	-	-	-
DL- Metionina, 99%	-	-	0,013	0,001	-
Valores calculados ² ou analisados ²					
Energia digestível, Mcal/kg	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Lisina digestível, %	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Metionina+cistina digestível, %	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Cálcio, %	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Fósforo total, %	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43

¹ Composição por kg do produto: Vit A, 2.333.000 UI; Vit D3, 466.667 UI; Vit E, 5.000 UI; Vit K3, 667mg; Vit B1, 333mg; Vit B2, 1.000mg, Vit B6, 400mg; Vit B12, 4.000mcg; Niacina, 6.666mg; Ac. Pantotênico, 4.000mg; Biotina, 17mg; Ac. Fólico, 67mg; Colina, 43g; Ferro, 26.667mg; Cobre, 41.667mg; Cobalto, 183mg; Manganês, 16.667mg; Zinco, 26.667mg; Selênio, 67mg; Iodo, 267mg; Antioxidante, 27g; veículo q.s.p., 1.000 g.; ² Valores calculados com base nos resultados obtidos no ensaio de digestibilidade, para os demais foi utilizado a composição dos alimentos indicados por Rostagno et al. (2005).

Para a comparação dos resultados obtidos para a ração testemunha (sem inclusão de LEV35) com cada um dos níveis de inclusão de LEV35, foi utilizado o teste de Dunnet (Sampaio, 1998).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão da levedura de cana-de-açúcar *spray dry* foram calculados o custo da ração (CR) e o custo da ração por quilograma de peso vivo (CMR), segundo Bellaver et al. (1985) conforme descrito abaixo:

Y_i (R\$/kg) = $Q_i \times P_i / G_i$, em que: Y_i = custo da ração por kg de peso vivo ganho no i -enésimo tratamento (0, 5, 10, 15 e 20%); Q_i = quantidade de ração consumida no i -enésimo tratamento; P_i = preço por kg da ração utilizada no i -enésimo tratamento; G_i = ganho de peso do i enésimo tratamento.

Foi calculado também o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Gomes et al. (1991) conforme descrito abaixo:

IEE (%) = $M_{Ce} / C_{Tei} \times 100$ e IC (%) = $C_{Tei} / M_{Ce} \times 100$ em que: M_{Ce} = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos; C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Foram utilizados os preços dos insumos da região de Maringá/PR para calcular os custos das rações experimentais. O milho (grão) custou R\$ 0,32/kg, o farelo de soja R\$ 0,76/kg, o óleo de soja R\$ 2,28/kg e a levedura de cana-de-açúcar *spray dry* R\$ 0,9/kg.

Os resultados obtidos para os níveis de inclusão, excluindo a ração testemunha, foram submetidos a análise de regressão polinomial de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + b_1(N_i - N) + b_2(N_i - N)^2 + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j , recebendo o nível i de LEV35; μ = constante geral; b_1 = coeficiente de regressão linear do nível de LEV35 sobre a variável Y ; b_2 = coeficiente de regressão quadrático do nível de LEV35 sobre a variável Y ; N_i = níveis de LEV35 nas rações, sendo $i = 5, 10, 15$ e 20% ; N = nível médio de LEV35 nas rações, e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados e Discussão

Experimento IV – Ensaio de Digestibilidade total

A composição química da levedura de cana-de-açúcar *spray dry* (LEV35) (Tabela 3), apresentou valores superiores aos encontrados por Moreira et al. (2002) para matéria seca (93,57%) e fósforo (0,42%) e inferiores para proteína bruta (36,32%), cálcio (0,47%) e energia bruta (4.395 kcal/kg). Entretanto, foram inferiores aos valores apresentados por Miyada (1987) para matéria seca (96,34%) e cálcio (1,38%) e superiores para proteína bruta (26,89%) e para o fósforo (0,38%).

Tabela 3- Composição química e energética das leveduras *spray dry* (matéria natural)

Itens	LEV35	LEV40
Matéria seca, %	94,52	92,94
Proteína bruta, %	33,6	37,6
Lisina, %	2,77	2,72
Metionina+cistina, %	1,12	1,08
Treonina, %	2,04	1,99
Triptofano, %	0,14	0,29
Cálcio, %	0,04	0,19
Fósforo total, %	0,55	0,63
Matéria mineral, %	3,11	5,83
Matéria orgânica, %	91,41	87,11
Energia bruta, kcal/kg	4.218	4.182

A LEV35 apresentou valores superiores aos apresentados por Rostagno et al. (2005) para matéria seca (90,85%), energia bruta (4.157 kcal/kg) e inferiores para proteína bruta (36,75%), cálcio (0,29%), fósforo (0,82) e energia metabolizável (3.370). Entretanto, foram superiores aos encontrados por Brum et al. (1999) para matéria seca (90,28%), proteína bruta (32,02%) e energia bruta (3.932 kcal/kg) e inferiores para cálcio (0,15%) e fósforo (1,02%). Os valores de matéria seca, proteína bruta e cálcio da LEV35 foram inferiores aos encontrados por Zanutto et al. (1999) que trabalharam com a levedura de recuperação seca por *spray dry*, porém foi superior para fósforo (0,42%) e para a energia metabolizável (3.139 kcal/kg) e semelhante para a energia bruta (4.283).

Não foram encontrados dados na literatura para a levedura de cerveja + cana-de-açúcar (LEV40), porém comparando os valores da levedura de cana-de-açúcar e cerveja encontrados por Rostagno et al. (2005) para matéria seca, cálcio, matéria mineral e matéria orgânica, a LEV40 apresentou valores superiores. Entretanto, para a energia bruta (kcal/kg), proteína bruta, fósforo e energia metabolizável foram obtidos valores inferiores.

A LEV40 apresentou valores inferiores para matéria seca (95,9%) e proteína bruta (47,3%) e superiores para matéria orgânica (93,1%) aos encontrados por Spark et al. (2005). Os valores de energia metabolizável foram superiores aos encontrados (3.364 kcal/kg) por Albuquerque et al. (2008) que avaliaram um resíduo de cervejaria seco em suínos na fase de crescimento.

Diversos fatores podem interferir na composição química das leveduras secas obtidas de destilarias de álcool de cana-de-açúcar e de cervejaria, entre eles as regiões onde são produzidas e o processamento. Embora a variação possa ser grande entre diferentes amostras, a levedura apresenta altos níveis de fósforo e baixos de cálcio (Moreira et al, 2002)

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade das leveduras *spray dry* LEV35 e LEV40 (Tabela 4), sendo os coeficientes da LEV40 superiores à LEV35, evidenciando que a composição da parede celular da levedura de cana-de-açúcar (mananoproteínas e glucanos) pode comprometer a eficiência de utilização dos nutrientes (Butolo, 1997).

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta foram baixos nas duas leveduras quando comparados ao milho (80%) e do farelo de soja (90%), principais alimentos utilizados nas rações de aves e suínos (Fialho et al., 1998). Segundo Yamada et al. (2003), a digestibilidade da proteína das células íntegras de cervejaria é superior as células da levedura provenientes de destilaria de álcool, porque a parede celular das células da levedura de destilaria de álcool tornam-se mais espessas e mais resistentes as enzimas digestivas, dificultando a proteólise enzimática nas células íntegras, além de outros fatores como diferentes cepas e o metabolismo do animal que pode ter alguma influência.

Tabela 4- Coeficientes de digestibilidade (CD), valores digestíveis das leveduras *spray dry* (LEV35 e LEV40) para suínos na fase de crescimento (matéria natural)

Coeficientes, %	Fase de Crescimento	
	LEV35	LEV40
CD da Matéria seca	77,21b	89,04a
CD da Energia bruta	82,67b	93,33a
CD da Proteína bruta	61,00b	76,14a
CD da Matéria orgânica	72,16b	81,92a
Valores digestíveis		
Matéria seca digestível, %	72,98	82,75
Energia digestível, kcal/kg	3.496	3.901
Energia metabolizável, kcal/kg	3.475	3.862
Proteína digestível, %	19,72	26,97
Matéria orgânica digestível, %	68,21	76,13

A LEV35 apresentou coeficientes de digestibilidade e valores digestíveis inferiores aos encontrados por Zanutto et al. (1999) utilizando uma levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por *spray dry* para matéria seca (83,79%) e para matéria seca digestível (81,07%), entretanto, foi semelhante para a energia bruta (82,97%) e a energia digestível (3.508 kcal/kg); mas superior para a energia metabolizável (3.139 kcal/kg).

Os coeficientes de digestibilidade e os valores digestíveis da LEV40 foram superiores para matéria seca (53,72%), energia bruta (78,86%) e energia digestível (3371 kcal/kg) aos encontrados por Albuquerque et al. (2008) que avaliaram um resíduo seco de cervejaria em suínos na fase de crescimento.

A variação nos coeficientes de digestibilidade pode ser explicada pelas diferenças no processamento da levedura na indústria, uma vez que pode influenciar a disponibilidade dos nutrientes (Zanutto et al.,1999).

Experimento V – Ensaio de Digestibilidade Ileal

A LEV35 apresentou coeficientes de digestibilidade ileal aparente inferiores (Tabela 5) aos encontrados por Apolônio et al. (2003) para proteína bruta (70,46%), utilizando a levedura de cana-de-açúcar com 40,18% de proteína bruta.

Tabela 5- Coeficientes de digestibilidade ileal aparente da proteína bruta (CDapPB) e dos aminoácidos das leveduras *spray dry* para suínos na fase de crescimento

CDapPB, %	Leveduras <i>spray dry</i>	
	LEV35	LEV40
Aminoácidos essenciais		
Arginina	83,62	88,45
Fenilalanina	80,58	87,55
Histidina	84,27	88,77
Leucina	82,51	89,24
Lisina	84,42	89,04
Metionina+cistina	81,91	85,90
Treonina	80,40	81,73
Triptofano	83,40	86,73
Valina	83,35	87,69
Aminoácidos não essenciais		
Alanina	79,32	86,56
Ácido aspártico	81,40	87,61
Ácido glutâmico	85,24	85,99
Glicina	72,79	72,37
Prolina	25,80	8,31
Serina	80,62	80,44
Tirosina	81,02	87,62

Dentre os aminoácidos essenciais, a treonina foi o aminoácido de menor digestibilidade aparente na LEV35 (80,40%), por causa de sua elevada concentração na mucina da mucosa intestinal (Fuller, 1994). Este resultado foi semelhante ao apresentado por Apolônio et al. (2003) onde a treonina da levedura de cana-de-açúcar apresentou o menor coeficiente de digestibilidade aparente (68,96%) e a lisina apresentou o maior coeficiente (81,13%).

A treonina da LEV40 apresentou menor coeficiente de digestibilidade ileal aparente (81,73%) e o maior coeficiente foi obtido para lisina (89,04%). Não foram encontrados na literatura coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos para a LEV40 por se tratar de um subproduto relativamente novo no mercado.

O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta e dos aminoácidos lisina e treonina (85,54 e 74,26%, respectivamente) da LEV40 foram inferiores aos encontrado por Apolônio et al. (2003) com a levedura de cerveja, possivelmente seja por causa do teor de proteína da levedura utilizada pelos autores (44,34%). Os resultados deste trabalho são semelhantes ao NRC (1998), onde a levedura de cerveja apresenta menor coeficiente de digestibilidade para a treonina (63%) e maior para lisina (76%).

A prolina e a glicina foram os aminoácidos não-essenciais que apresentaram os menores coeficientes de digestibilidade ileal aparente, entre as leveduras, provavelmente pelo fato que estes aminoácidos estão presentes em quantidades relativamente elevadas na proteína endógena. A maior parte das proteínas endógenas é originada da desconjugação de sais biliares e mucoglicoproteínas, uma vez que esses componentes geralmente são resistentes a ação das enzimas proteolíticas e não sofrem, portanto, reabsorção (Stein et al., 1999; Fontes et al., 2007).

O coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira para a proteína bruta (Tabela 6) da LEV35 apresentou o menor valor (89,15%), entretanto, foi superior (77,61%) ao encontrado por Apolônio et al. (2003).

Tabela 6- Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira da proteína bruta (CDvPB), dos aminoácidos e valores médios de aminoácidos endógenos ileais, determinados com a dieta isenta de proteína (DIP)

	Alimentos		DIP ¹
	LEV35	LEV40	
CDvPB, %	89,15	93,36	-
Aminoácidos essenciais			
Arginina	96,35	97,18	1,19
Fenilalanina	95,30	96,73	0,60
Histidina	96,22	97,00	0,29
Isoleucina	95,34	96,71	0,75
Leucina	95,75	97,18	0,94
Lisina	96,22	97,11	0,93
Metionina+cistina	99,53	95,38	0,49
Treonina	95,40	96,34	1,18
Triptofano	96,83	85,53	0,14
Valina	95,77	96,77	0,98
Aminoácidos não essenciais			
Alanina	95,21	96,55	1,43
Ácido aspártico	95,42	96,67	1,20
Ácido glutâmico	96,56	96,29	1,72
Glicina	94,24	93,14	2,16
Prolina	88,22	73,85	9,21
Serina	95,50	94,83	1,19
Tirosina	97,42	96,75	0,56

¹Valores segundo análises realizadas no laboratório CBO análises

A treonina da LEV35 apresentou o menor coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira (95,40) como o encontrado por Apôlonio et al. (2003) e Amaral (2001), porém o valor encontrado por estes autores foi inferior (74,60 e 70,41%). A baixa digestibilidade da treonina pode ser devida a sua elevada concentração na fração endógena, principalmente na forma de mucina (Amaral, 2001) uma vez que os enterócitos utilizam cerca de 60% da treonina proveniente da dieta (D`Mello, 2003). Os aminoácidos que apresentaram maior coeficiente de digestibilidade foram a metionina+cistina (99,53%).

O triptofano da LEV40 apresentou menor coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira (85,53%) e a lisina o maior coeficiente (97,11%), entretanto, Apolônio et al. (2003) encontraram para a levedura de cerveja o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira foi menor para a treonina (80,64%), valor inferior ao encontrado neste trabalho.

A variação dos resultados pode estar relacionada ao animal (peso vivo e ingestão de ração) (Hess & Sève, 1999), aos parâmetros genéticos ou ambientais não identificados, associados com o local de mensuração (Hess et al., 2000), a composição química dos alimentos e as análises químicas, principalmente dos aminoácidos sulfurados os quais são susceptíveis à degradação durante sua determinação (Boisen et al., 2000; Sauer et al., 2000).

Os valores absolutos das perdas endógenas no fluído ileal (Tabela 6) foram relativamente baixos para metionina+cistina, o que pode ser explicado pelo baixo conteúdo de aminoácidos sulfurados, tanto na camada de mucina quanto em secreções pancreáticas, em comparação aos demais aminoácidos (Pozza et al., 2004). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Hodgkinson et al. (2000) que observaram redução do nível de cistina em animais alimentados com DIP durante oito dias, atribuindo estes resultados à redução de secreções ricas em aminoácidos sulfurados.

O teor de treonina e arginina na secreção endógena ileal foram elevados, o que pode estar relacionado ao aumento de glicoproteínas provenientes do muco intestinal, que são ricas nesse aminoácido (Grala et al., 1998). Portanto, o uso da dieta isenta de proteína produz aminoácidos catabólicos que alteram em maior proporção as perdas endógenas de aminoácidos pelos suínos (Costa et al., 2008).

De forma semelhante, o elevado teor do ácido glutâmico pode estar associado a uma relativa proporção desse ácido no suco pancreático de suínos (Pohland et al., 1993), além da contribuição na camada de mucina. O elevado teor de glicina deve-se a que este aminoácido compõe aproximadamente 90% do total de aminoácidos da bile e mucoglicoproteínas (Huang et al., 1999). Com a inclusão de ingredientes proteicos, o organismo tende a aumentar as concentrações proteicas e de aminoácidos no fluido ileal endógeno (Costa et al., 2008).

O conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros (Tabela 7) é resultado de seus respectivos coeficientes de digestibilidade e do conteúdo de aminoácidos totais dos alimentos. Pode-se observar uma diferença entre o conteúdo de aminoácidos digestíveis e o conteúdo de aminoácidos totais. Essa diferença deve ser considerada na formulação das rações, uma vez que se encontram na literatura disponível os valores de exigência em aminoácidos digestíveis (NRC, 1998; Rostagno et al., 2005).

Tabela 7- Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros das leveduras *spray dry* (na matéria natural)

	Leveduras <i>spray dry</i>	
	LEV35	LEV40
Aminoácidos essenciais, %		
Arginina	1,69	1,98
Fenilalanina	1,38	1,46
Histidina	0,74	0,82
Isoleucina	1,69	1,72
Leucina	2,54	2,61
Lisina	2,66	2,64
Metionina+cistina	1,11	1,03
Treonina	1,95	1,92
Triptofano	0,14	0,25
Valina	2,24	2,32
Aminoácidos não-essenciais, %		
Alanina	2,00	2,65
Ácido aspártico	3,59	3,54
Ácido glutâmico	3,65	3,81
Glicina	1,38	1,51
Prolina	1,01	0,90
Serina	1,85	1,85
Tirosina	1,26	1,31

Os valores absolutos dos aminoácidos digestíveis verdadeiros (Tabela 8) da LEV35 foram superiores a LEV40 para os aminoácidos lisina (2,66%), metionina+cistina (1,11%), treonina (1,95%), ácido aspártico (3,59%) e prolina (1,01%). Os valores de aminoácidos essenciais digestíveis da LEV35 foram utilizados como referência na composição aminoácídica das dietas utilizadas no experimento de desempenho nas fases de crescimento e terminação.

Experimento VI – Experimento de desempenho e características de carcaça utilizando a LEV35

Na fase de crescimento foi observada redução linear ($P < 0,01$) no GDP com o aumento dos níveis de inclusão de LEV35 (Tabela 8). Foi observada uma piora ($P > 0,01$) da CA sem, contudo, ser influenciada pelo CDR. Estes resultados podem ser causados pela menor

palatabilidade das rações, uma vez que as leveduras possuem um sabor amargo e suas características físicas (pulverulência) fazem com que a ração farelada tenha uma consistência pegajosa interferindo no consumo. O GDP e a CA apresentaram diferença entre o último nível de inclusão (20%) comparado com o nível 0%.

Tabela 8- Desempenho, espessura de toucinho na P2 (ET- P2), profundidade de lombo (PL) e nitrogênio da ureia plasmática (NUP) dos suínos na fase de crescimento e terminação alimentados com níveis crescentes de inclusão de levedura *spray dry* (LEV35) nas rações

Itens	Níveis de inclusão da LEV35,%					CV ¹	Dun ²	Reg ³
	0	5	10	15	20			
Crescimento								
Consumo diário de ração, kg	1,94	1,87	1,91	1,76	1,65	20,96	NS	NS
Ganho diário de peso, kg	0,782	0,763	0,682	0,659	0,470*	19,63	0,01	L= 0,01
Conversão alimentar	2,44	2,45	2,91	2,63	3,54*	20,78	0,05	L=0,01
ET- P2, mm	8,12	8,88	9,25	8,13	8,38	19,06	NS	NS
PL,mm	49,4	45,4	42,1	42,9	37,6*	15,36	0,01	L=0,01
NUP, mg/dL	13,05	10,79	9,40	9,47	9,40	25,16	NS	NS
Terminação								
Consumo diário de ração, kg	2,53	2,57	2,55	2,16*	1,99*	8,44	0,05	Q= 0,05
Ganho diário de peso, kg	0,880	0,871	0,814	0,590*	0,587*	13,38	0,01	L=0,01
Conversão alimentar	2,94	2,98	3,13	3,78*	3,40*	13,84	0,02	L= 0,02

¹ Coeficiente de variação; ² Teste de Dunnet; * Valor diferente (P<0,05) em relação ao nível zero; ³ Análise de regressão: Fase de crescimento, L= Efeito linear: (Ganho diário de peso= 0,814996 – 0,0140952X; Conversão alimentar= 2,38355 + 0,0426985X; PL= 48,6750 – 0,520X). Fase de terminação, Q= Efeito quadrático: (Consumo diário de ração= 2,5490 + 0,0149474X – 0,00225254X²); L= Efeito linear: (Ganho diário de peso= 0,921796 - 0,017346X; Conversão alimentar= 2,90395 + 0,0344886X).

Resultados semelhantes para o desempenho foram obtidos por Moreira et al. (1998) atribuindo estes resultados ao valor baixo de ED (3.350 kcal/kg) da levedura. Entretanto, Moreira et al. (2002) observaram piora da CA e não do CDR e GDP. Moreira et al. (1994b) não observaram nenhum efeito prejudicial no desempenho dos animais com nível de inclusão de até 25%. Diversos resultados sobre o desempenho têm sido obtidos com a inclusão da levedura em substituição do farelo de soja em dietas para suínos, porém essas diferenças nos resultados podem ser devidas a variação nos tipos de levedura utilizados.

A espessura de toucinho (ET-P2) não foi influenciada (P>0,01) pela inclusão da LEV35, entretanto, a profundidade de lombo apresentou uma redução linear (P<0,01) com o aumento de sua inclusão. A profundidade de lombo apresentou diferença do último nível de inclusão quando comparado com o nível de 0%, indicando menor profundidade com cada nível de inclusão. Provavelmente o menor GDP levou a menor deposição de proteína e menor profundidade e lombo.

Os tratamentos não influenciaram o NUP, indicando que a qualidade proteica das rações foi mantida com o aumento dos níveis de inclusão da levedura assim como uma utilização eficiente do nitrogênio.

Na fase de terminação, o CDR (Tabela 8) a inclusão da LEV35 influenciou de forma quadrática ($CDR = 2,54900 + 0,0149474X - 0,00225254X^2$), sendo o melhor nível obtido com 3,32% de inclusão de LEV35. O CDR apresentou diferença entre os tratamentos com 15% e 20% de inclusão da LEV35 quando comparados com o nível 0%, indicando um menor consumo de ração com os maiores níveis, possivelmente influenciada pelas características físicas da levedura as quais podem ter levado aos resultados negativos encontrados no GDP e CA.

Foi observada piora linear do GDP ($P < 0,01$) e CA ($P < 0,02$) com o aumento da inclusão da LEV35 na fase de terminação. Resultados semelhantes foram obtidos por Moreira et al. (1998b) com a inclusão da levedura desidratada seca por *spray dry*. O GDP e CA apresentaram diferença entre os últimos níveis de inclusão (15 e 20%) da LEV35, quando comparado com o nível 0%, indicando menor qualidade das rações contendo níveis mais elevados de LEV35, apesar da suplementação com aminoácidos.

As características de carcaça (Tabela 9) dos suínos alimentados com as rações contendo níveis crescentes de LEV35 apresentaram redução linear para peso de abate ($P < 0,007$), peso de carcaça quente ($P < 0,003$), rendimento de carcaça fria ($P < 0,03$) e peso de pernil ($P < 0,01$), com o aumento do nível de inclusão. Provavelmente em função da piora no GDP na fase de terminação.

O peso da carcaça quente apresentou diferença ($P < 0,05$) entre o último nível de inclusão (20%) quando comparado com o nível 0%, por causa do menor peso de abate. As demais características não foram influenciadas pela inclusão da LEV35. Resultados semelhantes foram observados por Moreira et al. (1998b), Gutiérrez et al. (1999) e Moreira et al. (2002) que não encontraram diferenças entre as características de carcaça de suínos que foram alimentados com rações isoproteicas e isoenergéticas contendo níveis crescentes de levedura seca. Entretanto, Landell et al. (1993) encontraram efeitos depressivos sobre a porcentagem de pernil e área de olho-de-lombo.

Tabela 9 - Efeito das rações contendo níveis crescentes de levedura *spray dry* (LEV35) sobre as características de carcaça e carne de suínos em terminação¹

Itens	Níveis de inclusão da LEV35, %					CV ²	Dunnet ³	Reg ⁴
	0	5	10	15	20			
PA, kg	90,09	89,03	87,56	82,65	78,59	8,99	NS	L:0,007
PCQ, kg	74,95	73,65	72,03	68,93	63,46*	9,23	0,05	L:0,003
RCQ, %	83,15	82,76	82,31	83,41	80,62	2,12	NS	NS
RCF, %	79,87	79,88	78,92	79,87	77,06	2,25	NS	L=0,03
ET, cm	2,88	2,95	2,90	2,75	2,63	10,21	NS	NS
CC, cm	90,80	90,82	82,57	88,96	91,02	15,43	NS	NS
PP, kg	11,44	11,59	11,11	10,79	10,00	9,68	NS	L=0,01
RP, kg	31,79	32,62	32,21	32,71	32,93	4,41	NS	NS
AOL, cm ²	36,10	39,12	36,18	36,12	34,45	10,30	NS	NS
MARM	2,19	2,05	1,75	1,64	2,33	39,28	NS	NS
PMAGRA, %	71,98	75,86	75,13	74,41	76,56	5,54	NS	NS
C:G	0,53	0,53	0,57	0,55	0,45	19,72	NS	NS

¹ Peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF), espessura de toucinho (ET), comprimento de carcaça (CC), peso de pernil (PP), rendimento do pernil (RP), área de olho-de-lombo (AOL), marmoreio do *longissimus dorsi*, (MARM), porcentagem de carne magra na carcaça (PMAGRA), relação carne:gordura (C:G); ² Coeficiente de variação; ³ teste de Dunnet; * Valor diferente (P>0,05) em relação à testemunha; 4- Análise de regressão: L= Efeito linear: (PA= 91,4184 + 0,575134X; PCQ = 76,0691 - 0,538785X; RCF= 80,21 - 10,6336X; PP=P 11,72 - 0,0714815X).

Resultados da análise econômica (Tabela 10) mostraram aumento linear do CR, à medida que se aumentou os níveis de inclusão da LEV35 nas dietas de suínos nas fases de crescimento (P<0,01) e terminação (P<0,02).

Tabela 10- Custo do quilograma de ração, custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de suínos nas fases de crescimento e terminação, alimentados com levedura de cana-de-açúcar *spray dry* (LEV35)

Itens	Nível de inclusão da LEV35, %					CV ¹	Dun ²	Reg ³
	0	5	10	15	20			
Crescimento								
Peso inicial	33,59	33,06	33,21	33,07	33,28	-	-	-
Peso final, kg	60,29	59,05	56,55	55,55	49,27	-	-	-
Custo da ração, R\$	0,62	0,63	0,65	0,67	0,68	-	-	-
CR, R\$/kg PV ganho	1,58	1,54	1,89	1,77	2,41*	20,41	0,05	L=0,01
IEE	97,95	100,00	81,59	87,50	64,05	-	-	-
IC	102,09	100,00	122,56	114,28	156,13	-	-	-
Terminação								
Peso inicial	62,51	62,15	62,25	62,83	62,51	-	-	-
Peso final, kg	93,89	93,21	91,05	82,64	81,25	-	-	-
Custo da ração, R\$	0,58	0,59	0,67	0,63	0,66	-	-	-
CR, R\$/kg PV ganho	1,71	1,53	2,10	2,38*	2,25	14,66	0,05	L=0,02
IEE	89,64	100,00	72,92	64,13	68,09	-	-	-
IC	111,56	100,00	137,13	155,93	146,87	-	-	-

¹ Coeficiente de variação; ² Teste de Dunnet; * Valor diferente (P>0,05) em relação ao nível 0% ; ³ Análise de regressão : Fase de crescimento, L= Efeito linear: (CR = 1,46025 + 0,0377976X); Fase de terminação, L= Efeito linear: (CR = 169812 + 0,0340818X).

Na fase de crescimento, o teste de Dunnet indicou que o nível 20% de inclusão da LEV35 apresentou um custo superior quando comparado ao nível 0% de inclusão, evidenciando o maior custo (56,13%pp) ou menor índice econômico (64,05%), entretanto, para a fase de terminação o nível 15% apresentou diferença quando comparado com o nível 0% indicando maior custo (55,93%) ou menor índice econômico (64,13%), em função do custo e da adição de aminoácidos sintéticos na dieta. A viabilidade econômica da utilização da LEV35 vai depender da relação de preços dos ingredientes.

Conclusões

Os coeficientes de digestibilidade da levedura de cerveja + cana-de-açúcar *spray dry* (LEV40) são melhores que os da levedura de cana-de-açúcar *spray dry* (LEV35) para suínos em crescimento. Os valores de ED (kcal/kg) da LEV35 e LEV40 são 3.488 e 3.901 e de EM (kcal/kg) 3.475 e 3.862, respectivamente. Os valores de aminoácidos essenciais digestível da levedura de cana-de-açúcar e da levedura de cerveja + cana-de-açúcar são lisina 2,66 e 2,64; metionina+cistina 1,11 e 1,03 e treonina 1,95 e 1,92, respectivamente. A adição de níveis crescentes da levedura de cana-de-açúcar prejudica o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação.

Referências bibliográficas

- ABCS. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaça**. Publicação Técnica n.2. Estrela: RS, 1973, 17p.
- ALBUQUERQUE, D.M.N.; LOPES, J.B.; RIBEIRO, M.N. et al. Digestibilidade dos nutrientes do resíduo seco de cervejaria para suínos na fase de crescimento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.
- AMARAL, A.M. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos em alimentos utilizados em dietas para suínos em crescimento, 2001. 71p. Tese (Doutorado- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- APOLÔNIO, L.R.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos, determinada pela técnica da cânula simples com suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.605-614, 2003.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington, D.C. 1990, 1298p.
- BARBOSA, J.G.; SILVA, L.P.G.; OLIVEIRA, E.M. et al. Efeitos da inclusão da levedura seca (*Sacharomyces cerevisiae*) sobre a carcaça e na composição da carne de coelhos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.51-58, 2007.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.967-974, 1985.

- BELLAVER, C. **Estimation of amino acid digestibility and its usefulness in swine feed formulation.** 1989. 99p. Thesis (PhD – Animal Science) – Urbana Champaign: University of Illinois, 1989.
- BOISEN, S.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M.R. Ileal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. **Livestock Production Science**, v.64, p.329-251, 2000.
- BRIDI, A.M.E.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína.** Londrina: Midigraft, 97p. 2007.
- BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M; ZANOTTO, D.L. et al. **Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves.** Concordia:EMBRAPA-CNPSA, 1999, p.1-4 (Comunicado técnico, 241).
- BUTOLO, J.E. Uso de biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras fontes de nutrientes. In: “WORKSHOP” – PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p.70-89.
- BUTOLO, E.A.F.; NOBRE, P.T.C.; BUTOLO, J.E. Determinação do valor energético e nutritivo da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO’ 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997,Campinas. **Trabalhos ...**Campinas, SP: FACTA/WSPA-BR, 1997. p.11.
- CAI, Y.; ZIMMERMAN, D.R.; EWAN, R.C. Diurnal variation in concentrations of plasma urea nitrogen and amino acids in pigs given free access to feed or fed twice daily. **Journal Nutrition**, v.124, p.1088-1093, 1994.
- CERVANTES-RAMIREZ, M.; GONZÁLEZ-VIZCARRA, V.; RODRIGUEZ-RUBÍ, S. et al. Canulación duodenal e ileal para estudios de digestión en cerdos. **Agrociência**, v.34, n.2, p.135-139, 2000.
- COSTA, L.F.; LOPES, D.C.; FREITAS, L.S. et al. Determinação das perdas endógenas e da digestibilidade ileal da proteína e dos aminoácidos em suínos utilizando-se duas técnicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1243-1250, 2008.
- D’MELLO, J.P.F. **Amino Acids in Animal Nutrition.** Second edition. 513p. 2003
- FARIA, H.G.; SACAPINELLO, C.; FURLAN, A.C. et al., Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* sp.) seca por rolo rotativo ou por *spray dry* para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1750-1753, 2000.
- FERREIRA E.R.A.; FIALHO E.T.; TEIXEIRA A.S. et al. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26. n.3, p.514-523, 1997.
- FIALHO E.T.; LIMA J.A.; SILVEIRA P.R. et al. Avaliação de digestibilidade dos nutrientes de alguns alimentos através de ensaios metabólicos com suínos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.330-332.
- FONTES, D.O.; DONZELE, J.L.; MASCARENHAS, A.G. et al. Composição aminoácídica e digestibilidade ileal de aminoácidos de alimentos energéticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.196-202, 2007.

- FULLER, M.F. Amino acids requirements for maintenance, body protein accretion and reproduction in pigs. In: D`MELLO, J.P.F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Edinburgh: The Scottish Agricultural College, p.155-184, 1994.
- GRALA, W.; VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A.J.M. et al. Ileal apparent protein and amino acid digestibilities and endogenous nitrogen losses in pigs fed soybean a rapeseed products. **Journal of Animal Science**, v.76, p.557-568, 1988.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização de trigo para suínos**. Concórdia:EMBRAPA-CNPSA, 1991, p.1-2 (Comunicado Técnico, 179).
- GUTIERREZ, K.; SANGUINES, L.; CARMONA, J et al. *Saccharomyces cerevisiae* yeast as protein source in diets for fattening pigs. **Cuban Journal of Agriculture Science**, v.33, n.2, p.171-177, 1999.
- HALÁSZ, A.; LÁSZTITY, R. **Use of yeast biomass in food production**. Boca Raton. CRC Press, 312p. 1991.
- HESS, V.; SÈVE, B. Effect of body weight and feed intake level on basal endogenous losses in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.3281-3288, 1999.
- HESS, V.; SÈVE, B.; LANGER, S. et al Impact des pertes endogènes iléales sur la rétention azotée corporelle. Vers un nouveau système d`évaluation des protéines. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.32, p.207-215, 2000.
- HODGKINSON, S.M.; MOUGHAN, P.L.; REYNOLDS, G.N. et al. Effect of the duration of feeding of a protein – free diet on endogenous ileal nitrogen and amino acid loss in the growing pig. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1407-1412, 2000.
- HUANG, S.X.; SAUER, W.C.; MARTY, B. et al. Amino acid digestibilities in different samples of wheat shorts for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2469-2477, 1999.
- JANSMAN, A.J.M.; SMINK, W.; VAN LEEUWEN, P. et al. Evaluation through literature data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.98, p.49-60, 2002.
- LANDELL, L.C.; KRONKA, R.N.; LIMA, G.J.M.M. et al. Utilização de levedura de centrifugação da vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte proteica para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.6, p.961-963, 1993.
- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of the determination of blood urea. **Clinical Chemistry**, v.11, n. 578, 1965.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, **Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MIYADA, V.S. **A levedura seca na alimentação de suínos: Estudos adicionais sobre seu valor proteico e vitamínico**. 1987. 139p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Aquicultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e da soja integral processados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994a.

- MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E.; SACAPINELLO, C. Utilização da levedura seca (*Saccharomyces* spp) na alimentação de suínos na fase de crescimento. **Revista Unimar**, Maringá, v.16 (suplemento 1), p.111-121, 1994b.
- MOREIRA, J.A.; MIYADA, V.S.; MENTEN, J.F.M. et al. Uso da levedura desidratada como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1160-1167, 1998.
- MOREIRA, J.A.; MIYADA, V.S.; MENTEN, J.F.M. et al. Uso da levedura desidratada como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1160-67, 1998b.
- MOREIRA, I.; JUNIOR, M.M.; FURLAN, A.C. Uso da levedura seca por *spray dry* como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 962-969, 2002.
- MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C.; BLANK, R. et al. The concept of digestible amino acid in diet formulation for pigs. **Livestock Production Science**, v.64, p.265-280, 2000.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington. D.C., 1998.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal Animal Science**, v.27, n.5. p.1303-1309, 1968.
- PÖHLAND, U.; SOUFFRANT, W.C.; SAUER, W.C. et al. Effect of feeding different diets on the exocrine pancreatic secretion of nitrogen; amino acids and enzymes in growing pigs. **Journal of Science Food Agriculture**, v.62, p.229-237, 1993.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de farinhas de carne e osso para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1181-1191, 2004.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p, 2007.
- SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte- MG, Universidade Federal de Minas Gerais, p. 221, 1998.
- SAUER, W.C.; FAN, M. Z.; MOSENTHIN, E. et al Methods for measuring ileal amino acid digestibility in pig. In: **Farm Animal Metabolism and Nutrition, Cap. 13**. New York, CAB International, 2000.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária, p. 235, 2002.
- SOUZA, A.L.P. **Assessment of dietary enzyme supplementation on ileal and total tract digestibilities in gestating and lactating swine**. 2003. 165p. Thesis (PhD – Animal Science) – University of Kentucky-Lexington, 2003.
- SPARK, M.; PASCHERTZ, H.; KAMPHUES, J. Yeast (different sources and levels) as protein source in diets reared piglets: effects on protein digestibility and N-metabolism. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p.184-188, 2005.

- SPRING: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling.** Computers & Graphics, 20: (3), 395-403, May-Jun, 1996. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/spring.pdf>. Acessado em agosto de 2008.
- STEIN, H.H.; AREF, S.; EASTER, R.A. Comparative protein and amino acid digestibilities in growing pigs and sows. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1169-1179, 1999.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. **Sistema de análises estadísticas e genéticas - SAEG.** Versão 7.1. Viçosa, MG, 150p. 1997.
- YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C. et al. Composição centesimal e valor proteico de levedura residual da fermentação etanólica e seus derivados. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p.423-432, 2003.
- ZANUTTO, C.A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C. et al. Utilização de levedura de recuperação (*Saccharomyces* spp.) seca por spray dry ou por rolo rotativo na alimentação de leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.705-710, 1999.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) *spray dry* na alimentação de suínos apresenta melhores coeficientes de digestibilidade que os da levedura de cana-de-açúcar. Os valores de aminoácidos digestíveis da levedura de cana-de-açúcar e levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) são lisina: 2,66 e 2,64%; metionina+cistina: 1,11 e 1,03% e treonina: 1,95 e 1,92%, respectivamente.

A levedura mista (cerveja + cana-de-açúcar) *spray dry* pode ser incluída na ração dos leitões na fase inicial (15- 30 kg) em até 20% na forma farelada ou peletizada sem prejudicar o desempenho. Entretanto, a adição de níveis crescentes da levedura de cana-de-açúcar *spray dry* pode prejudicar o desempenho nas fases de crescimento e terminação.

A viabilidade econômica da utilização das leveduras *spray dry* na alimentação de suínos dependerá da relação de preços entre os ingredientes.