

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA LEVEDURA  
TORULA (*Candida utilis*) DE VINHAÇA EM DIETAS  
PARA COELHOS (*Oryctolagus cuniculus*) E CUTIAS  
(*Dasyprocta spp.*)**

**Fábio Morais Hosken**

Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2013

Fábio Morais Hosken

**Avaliação nutricional da levedura torula (*Candida utilis*) de vinhaça em dietas para coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) e cutias (*Dasyprocta spp.*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Prof. Orientador: Walter Motta Ferreira

DISSERTAÇÃO defendida e aprovada em 28/02/2013 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:

---

Prof<sup>o</sup>. Walter Motta Ferreira  
(Orientador)

---

Prof<sup>o</sup>. Carlos Eduardo do Prado Saad

---

Prof<sup>o</sup>. Leonardo Bôscoli Lara

*A minha família que sempre me apoiou.  
A Ana e ao Vinícius, por toda a força e companheirismo.  
Aos meus amigos pela alegria compartilhada.  
A meu pai, que partiu durante esta jornada e agora torce lá de cima.  
E a minha mãe, por tudo.  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Nelson Hosken Netto e Maria Célia Morais Hosken, pela educação e amor dispensados a mim.

A minha família por todo apoio e torcida: Ana Célia, Luiz Fernando, Bernardo, Isa, Iolanda, Nando e as tias de Copa.

Ao prof<sup>o</sup>. Walter Motta Ferreira, pela orientação e amizade recebida, além dos conhecimentos transmitidos, incentivando sempre e acreditando em mim.

Aos amigos e companheiras de experimento e análises: Tânia, Katiuscia, Odelin, Eriane, Clarice, Mariana, Tassinha e Ana Carolina.

Em especial ao amigo Felipe Norberto, fundamental em todas as etapas.

Aos pesquisadores cubanos Dr. Abel Ortiz Milán , parceiro essencial para realização deste trabalho, e ao Miguel Otero pela ajuda.

Ao Danilo pela realização das análises estatísticas.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição: Toninho, Kelly e Marcos.

Aos professores da UFMG Idalmo Garcia e Eloísa Saliba, pelo apoio e ensinamentos.

A todos os meus professores , dos Colégios Piedade - UGF, Bahiense Gávea e CEAT , da Universidade Federal de Viçosa - UFV , Universidade Federal de Lavras - UFLA, Rehagro/Newton Paiva, Universidade de Brasília - UNB e Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

A Escola de Veterinária, ao colegiado de Pós-Graduação e aos seus funcionários, pelo suporte.

A Fazenda Zôo por ter autorizado e cedido o criadouro de cutias para a realização desta parte do experimento, seus proprietários André e Oscar Lamounier e a seus funcionários.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de mestrado a qual viabilizou a dedicação a este experimento.

A Ana e Vinícius, por estarem sempre ao meu lado, em todos os momentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse projeto.

<b>SUMÁRIO</b>	
RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	13
INTRODUÇÃO GERAL .....	14
REVISÃO DE LITERATURA .....	17
1. Panorama da cunicultura .....	17
2. Vinhaça.....	19
2.1. Utilização da vinhaça.....	19
3. Leveduras.....	20
3.1. Leveduras forrageiras .....	22
4. Torula .....	23
4.1. Valor nutricional da torula .....	24
4.2. Utilização da levedura torula na nutrição animal em não-ruminantes .....	26
5. Considerações sobre os custos de produção da levedura forrageira (torula).....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
EXPERIMENTO 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA E DE PARÂMETROS VISCERAIS DE COELHOS NOVA ZELÂNDIA BRANCO EM CRESCIMENTO, ALIMENTADOS COM LEVEDURA TORULA ( <i>Candida utilis</i> ), EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA. ....	33
RESUMO .....	33
1. INTRODUÇÃO .....	35
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4. CONCLUSÕES .....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS E VALOR NUTRICIONAL DA TORULA PARA COELHOS ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ) .....	50
RESUMO .....	50
ABSTRACT .....	51
1. INTRODUÇÃO .....	52
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4. CONCLUSÕES .....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
EXPERIMENTO 3: DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS E VALOR NUTRICIONAL DA TORULA PARA CUTIAS ( <i>Dasyprocta agouti</i> ).....	67
RESUMO .....	67
ABSTRACT .....	68
1. INTRODUÇÃO .....	69
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4. CONCLUSÃO .....	88
CONCLUSÃO GERAL.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da levedura torula desenvolvida a partir da vinhaça de destilaria de álcool (em % da matéria seca) em matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo total (P), lisina e metionina + cistina.....	24
Tabela 2 - Conteúdo de aminoácidos essenciais da levedura de vinhaça e sua comparação com o farelo de soja (Saura, et al. 2008). .....	24
Tabela 3 - Aporte de vitaminas hidrossolúveis da levedura torula (mg/kg). .....	25
Tabela 4 - Ingredientes empregados por tratamento (g/kg) e aporte nutritivo calculado da dieta basal em proteína bruta (PB), energia digestível (ED), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio (Ca), fósforo total (P), lisina e metionina + cistina. ....	37
Tabela 5 - Valores analisados para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas, cálcio e fósforo, em g/kg da matéria seca, das rações utilizadas. ....	38
Tabela 6 - Composição química analisada da levedura torula. ....	39
Tabela 7 - Indicadores produtivos de coelhos, aos 71 dias de idade, recebendo na dieta três níveis de inclusão de levedura torula, obtida da vinhaça, em substituição ao farelo de soja. ....	41
Tabela 8 - Peso de carcaça, pele, fígado, coração, rins e ceco cheio de coelhos abatidos aos 71 dias de idade, recebendo na dieta três níveis de inclusão de levedura torula, obtida da vinhaça, em substituição a soja. ....	42
Tabela 9 - Rendimento de carcaça, pele, fígado, coração, rins e ceco cheio de coelhos abatidos aos 71 dias de idade, que receberam na dieta três níveis de inclusão de levedura, obtida da vinhaça, em substituição a soja.....	43
Tabela 10 - Cálculo da correção do nível de inclusão para aplicação da fórmula de Villamide. ....	58
Tabela 11 - Consumo médio diário (CMD em gramas) e coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) das dietas. ....	59
Tabela 12 - Valores obtidos para proteína digestível (PD) e energia digestível (ED), em percentual da matéria natural das rações utilizadas .....	61
Tabela 13 - Valores de PD (g/kg MS) e ED (kcal/kg) do alimento teste (torula) calculados por duas metodologias.....	61
Tabela 14 - Equações de regressão da digestibilidade para CDMS, CDPB, CDFDN, CDEE e CDEB das dietas. ....	62
Tabela 15 - Ingredientes (g/kg) da dieta basal.....	71
Tabela 16 - Composição química calculada da dieta referência (g/kg MS).....	72
Tabela 17 - Composição química (g/kg MS) das dietas basal e a experimental com 30% de torula .....	72
Tabela 18 - Cálculo da correção do nível de inclusão para aplicação da fórmula de Villamide. ....	81
Tabela 19 - Consumo médio diário (CMD em g/animal/dia) e coeficientes de digestibilidade aparente (CD em %) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da matéria mineral (CDMM), da matéria orgânica (CDMO), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) das rações.....	82
Tabela 20 - Valores obtidos para energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) em percentual da matéria natural das rações utilizadas. ....	84
Tabela 21 - Valores de PD (g/kg MS) e ED (kcal/kg) do alimento teste calculados por duas metodologias.....	85

---

**LISTA DE FIGURAS**

---

- Figura 1 - Estados com maiores populações de coelhos no Brasil. .... 18
- Figura 2 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB), segundo diferentes níveis de inclusão de torula..... 60
- Figura 3 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra detergente neutro (CDFDN), da matéria orgânica (CDMO), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) das dietas basal e com torula. .... 83

---

**LISTA DE FOTOS**


---

Foto 1 - Laboratório onde foi realizado o experimento- UFMG.....	36
Foto 2 - Detalhe da gaiola, do comedouro com ração e do animal.....	36
Fotos 3 e 4 - Aspecto da torula utilizada.....	39
Foto 5 - Gaiolas individuais de arame, medindo 0,6×0,6×0,37m, equipadas com bebedouros automáticos, coletores de fezes e comedouros.....	54
Fotos 6 e 7 - Comedouros com ração e fezes retidas abaixo do piso.....	54
Fotos 8 e 9 – Procedimentos de coleta e amostragem das fezes.....	54
Foto 10 - O experimento foi realizado nas dependências do Laboratório de Metabolismo Animal (LAMA/EV/UFMG). Observar sistema de anteparos telados sob o piso das gaiolas, para coleta de fezes ( 2011 ).....	55
Foto 11 - Vista frontal do criadouro - Boxes com piso natural.....	73
Fotos 12 e 13 – Condições originais dos animais no criadouro.....	74
Fotos 14 e 15 - Vista geral da instalação da bateria de gaiolas para o experimento, no dia do alojamento de todos os animais .....	74
Foto 16 - Unidade experimental: gaiola e animal.....	75
Foto 17 - Identificação da parcela.....	75
Fotos 18 e 19 - Fezes firmes e normais na fase de adaptação. Não houve nenhuma ocorrência de problemas digestivos.....	75
Fotos 20, 21 e 22 - Fixação do anteparo de coleta abaixo de cada gaiola.....	76
Foto 23 - Fezes retidas na rede .....	76
Foto 24 – Coleta.....	76
Foto 25 - Início de consumo da ração.....	77
Foto 26 - Detalhe das fezes.....	77
Fotos 27 e 28 - O sistema de retenção se mostrou muito eficiente, facilitando o procedimento de coleta do material, e sem qualquer perda ou contaminação.....	77
Fotos 29 e 30 - As rações foram bem aceitas e consumidas por todo o plantel.....	78
Foto 31 - Vista geral das instalações feitas especialmente para o experimento.....	78
Fotos 32 e 33 – Os animais apresentaram comportamento passivo. Placas de cerâmica foram colocadas em cada gaiola para propiciar descanso nos animais e evitar lesão nas patas causadas pelo pisoteio constante no arame do piso.....	87
Fotos 34 e 35 – Enriquecimento ambiental (galhos e folhas de goiabeira), colocados após o término do experimento, quando os animais ainda permaneceram por mais um mês nas gaiolas, quando se observou coprofagia e que duas fêmeas manifestaram cio neste período. Observar as boas condições das cutias.....	87

### Lista de Abreviaturas

Ca: Cálcio;  
CD: Coeficiente de digestibilidade aparente;  
CDEB: Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta;  
CDEE: Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo;  
CDFDN: Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro;  
CDMO: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica;  
CDMS: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca;  
CDPB: Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta;  
CMD: Consumo médio diário;  
CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono;  
DBO: Demanda bioquímica de oxigênio;  
EB: Energia bruta;  
ED: Energia digestível;  
EE: Extrato etéreo;  
FAO: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura;  
FB: Fibra bruta;  
FDA: Fibra em detergente ácido;  
FDN: Fibra em detergente neutro;  
g: Grama;  
ICIDCA - *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*;  
kcal: Kilocalorias;  
kg: Kilograma;  
m<sup>2</sup>: Metro quadrado;  
m<sup>3</sup>: Metro cúbico;  
mg: Miligrama;  
MO: Matéria orgânica;  
MN: Matéria natural;  
MS: Matéria seca;  
P: Fósforo;  
PB: Proteína bruta;  
PD: Proteína digestível;  
pH : Potencial hidrogeniônico;  
t: Tonelada;  
UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais.

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo a avaliação nutricional da levedura torula (*Candida utilis*) de vinhaça em dietas para coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) e cutias (*Dasyprocta spp.*). Foram realizados três experimentos, sendo dois com coelhos e um com cutias. No Experimento I avaliou-se o desempenho produtivo, rendimento de carcaça e de parâmetros viscerais de coelhos Nova Zelândia Brancos em crescimento, alimentados com levedura torula, em substituição ao farelo de soja. Foram estudadas quatro dietas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e repetições de 16 coelhos por dieta, alojados individualmente aos 30 dias de idade (desmama). Os tratamentos consistiram na inclusão 0; 5; 10 e 15 % de levedura torula desenvolvida sobre a vinhaça de destilaria de álcool, como substituto ao farelo de soja na ração basal. Depois de 41 dias em engorda, respectivamente, o peso vivo ao abate (2.203; 2.233, 2.193 e 2.228 g / animal), ganho de peso diário (37,49; 38,18; 37,40 e 38,03 gr / animal), o consumo total (4.912; 4.985; 4.946 e 4.944 g / animal) e a conversão alimentar ( 3,24; 3,20; 3,25 e 3,19 kg ração consumida/ kg de ganho de peso vivo) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). O mesmo ocorreu com o peso e rendimento de carcaça, pele, fígado, coração, rins e ceco cheio. Concluiu-se que as dietas para coelhos em crescimento que incluem levedura torula desenvolvida sobre vinhaça de destilaria de álcool, como substituto parcial ou total do farelo de soja, não causa mudanças significativas nos indicadores produtivos dos coelhos na fase de crescimento estudada e nem no peso, rendimento de carcaça e de parâmetros viscerais. No experimento II foi realizada a avaliação nutricional das dietas com diferentes níveis de levedura torula seca de vinhaça (torula) para coelhos em crescimento, e sua influência sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. Utilizando-se 32 coelhos Nova Zelândia Branco, de ambos os sexos, foram avaliados quatro níveis de inclusão (controle ou 0%, 5 %, 10% e 15%) da torula em substituição ao farelo de soja. As dietas experimentais foram isoprotéicas e isoenergéticas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições. Este ensaio de digestibilidade determinou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB), bem como o consumo médio diário. Os resultados foram para o consumo médio diário (113,98; 113,96; 113,22 e 115,07 g/animal/dia), CDMS (71,04; 69,98; 67,79 e 74,08 %), CDPB ( 80,17; 79,55 ; 75,10 e 78,47 %) ,CDFDN ( 66,85; 65,50; 63,31 e 70,12 %) , CDEE ( 77,83; 76,46; 78,36 e 82,07%) e CDEB (71,04; 69,98; 68,37 e 73,82%) , respectivamente. Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para o consumo e os coeficientes de digestibilidade estudados nos níveis de inclusão testados não afetaram a digestibilidade das dietas para coelhos em crescimento. Também foi determinada a energia digestível (ED) e a proteína digestível (PD) do alimento teste por dois métodos diferentes (Matterson *et al.*,1965) e (Villamide,1995) . Os valores estimados de ED ( kcal/kg MS) da torula foram de 4212,74, quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.* (1965), e de 4253,90 , quando utilizada a de Villamide (1995). Os valores estimados de PD (g/kg MS) da torula foi de 121,7, quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.*(1965) , e de 119,9 quando utilizada a de Villamide (1995) . O experimento III teve como objetivo a avaliação nutricional da dieta controle e da inclusão de 30% de levedura torula seca de

vinhaça (torula) para cutias em manutenção, estudando-se sua influência sobre a digestibilidade aparente dos princípios nutritivos. Utilizando-se 20 cutias (*Dasyprocta spp.*), animal da fauna silvestre brasileira, equilibradamente de ambos os sexos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e dez repetições. No ensaio de digestibilidade determinou-se os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE), da matéria orgânica (CDMO), da matéria mineral (CDMM) e da energia bruta (CDEB), bem como o consumo médio diário (CMD). Os resultados para consumo médio diário (84,48 e 90,48 g/animal/dia), CDMS (67,62 e 67,06 %), CDPB (71,12 e 68,19 %), CDFDN (72,70 e 69,89 %), CDMM (36,27 e 33,16 %) e CDMO (70,52 e 70,27%), submetidos a análise estatística não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), enquanto que os resultados para CDEE (63,39 e 48,04 %) e CDEB (68,00 e 63,73%) diferiram significativamente ( $P < 0,05$ ). Estes resultados demonstram uma menor capacidade digestiva energética desta espécie silvestre quando se adiciona 30% de torula na dieta de cutias em manutenção, e que níveis superiores podem comprometer o aporte de energia da dieta. O tratamento com torula foi bem consumido e a maioria dos coeficientes estudados não foram afetados pela inclusão, o que demonstra ser a torula de vinhaça um produto adequado para ser usado como ingrediente protéico de rações para cutias em manutenção. Também foi determinada a energia digestível (ED) e a proteína digestível (PD) da torula (alimento teste) por dois métodos diferentes (Matterson *et al.* 1965) e (Villamide, 1995). Os valores estimados de ED (kcal/kg MS) da torula foram de 1714,22, quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.* (1965), e de 1663,69, quando utilizada a de Villamide (1995). Os valores estimados de PD (g/kg MS) da torula foi de 259,1, quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.* (1965), e de 263,2, quando utilizada a de Villamide (1995).

**Palavras-chave:** carcaça, coelho, cutia, digestibilidade, levedura torula de vinhaça, nutriente

## ABSTRACT

The research aimed to make a nutritional evaluation of torula yeast (*Candida utilis*) from vinasse in diets for rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and agoutis (*Dasyprocta spp.*). Three experiments were conducted, two with rabbits and one with agoutis. Experiment I evaluated growth performance, carcass yield and visceral parameters in young New Zealand White rabbits, with torula yeast replacing soybean meal. Four diets were studied in a completely randomized design with four treatments and replications of 16 rabbits per diet, housed individually at 30 days of age (weaning). The treatments included 0, 5, 10 and 15% torula yeast grown on vinasse from alcohol distillery as a substitute for soybean meal in the basal diet. After 41 days, live weight at slaughter (2203, 2233, 2193 and 2228 g / animal), daily weight gain (37.49, 38.18, 37.40 and 38.03 g / animal), total consumption (4912, 4985, 4946 and 4944 g / animal) and feed conversion ratio (3.24, 3.20, 3.25 and 3.19 kg feed intake / kg live weight gain), showed no significant difference between treatments ( $P > 0.05$ ). The same occurred with carcass weight and yield, skin, liver, heart, kidney and full cecum. It was concluded that diets for growing rabbits which include torula yeast grown on vinasse from alcohol distillery, as partial or total replacement of soybean meal, do not cause significant changes in production indicators for this growth phase or in weight, carcass yield or visceral parameters. Experiment II evaluated nutritional diets with different levels of dry torula yeast from vinasse (torula) for growing rabbits, and its influence on apparent digestibility of nutrients. Using 32 New Zealand White rabbits of both sexes, four levels (control or 0%, 5%, 10% and 15%) of torula replacing the soybean were evaluated. The experimental diets were isocaloric and isoproteic. The experimental design was completely randomized with four treatments and eight replications. This test determined the digestibility coefficients of dry matter (CDMS), crude protein (CDPB), neutral detergent fiber (CDFDN), ethereal extract (CDEE) and gross energy (CDEB), and the daily average consumption. Results for the average daily consumption (113.98, 113.96, 113.22 and 115.07 g / animal / day), CDMS (71.04; 69.98, 67.79 and 74.08%), CDPB (80.17, 79.55, 75.10 and 78.47%), CDFDN (66.85, 65.50, 63.31 and 70.12%), CDEE (77.83, 76.46, 78, 36, 82.07%) and CDEB (71.04, 69.98, 68.37 and 73.82%) indicate no significant effect ( $P > 0.05$ ) for intake and digestibility of diets for growing rabbits, at the four levels tested. Digestible energy (ED) and digestible protein (PD) of the test feed (torula) was also determined the by two different methods (Matterson et al.; 1965; Villamide, 1995). Estimated value of torula ED (kcal / kg DM) was 4212.74 using Matterson et al. (1965) methodology, and 4253.90, when using Villamide (1995). The estimated values of torula PD (g / kg DM) was 121.7, when using the Matterson et al. (1965) methodology, and 119.9 when using Villamide (1995). Experiment III aimed to make a nutritional evaluation of the agoutis' maintenance diet with the inclusion of 30% torula dry yeast stillage (torula), studying its influence on apparent digestibility of the nutrients as compared to a control diet with no torula. The experiment used 20 agoutis (*Dasyprocta spp.*), a wildlife brazilian animal, evenly divided between both sexes. The experimental design was completely randomized with two treatments and ten replicates. The digestibility assay determined the digestibility of dry matter (CDMS), crude protein (CDPB), neutral detergent fiber (CDFDN), ethereal extract (CDEE), organic matter (CDMO), mineral matter (CDMM)

and gross energy (CDEB) and the average daily consumption (CMD). The results for average daily consumption (84.48 and 90.48 g / animal / day), CDMS (67.62 and 67.06%), CDPB (71.12 and 68, 19%), CDFDN (72.70 and 69.89%), CDMM (36.27 and 33.16%) and CDMO (70.52 and 70.27%), subjected to statistical analysis showed no significant difference between treatments ( $P > 0.05$ ), while the results for CDEE (63.39 and 48.04%) and CDEB (68.00 and 63.73%) differed significantly ( $P < 0.05$ ). These results demonstrate a lower energy digestive capacity of this wild species when adding 30% torula to their maintenance diet, and that higher levels of inclusion may compromise intake of energy. Treatment containing torula was well consumed and the majority of coefficients studied were not affected by its inclusion, demonstrating torula vinasse to be a suitable proteic ingredient in agoutis' maintenance diets. Digestible energy (ED) and digestible protein (PD) of torula (test food) was also estimated by two different methods (Matterson et al.; 1965) e ( Villamide, 1995). The estimated values of ED (kcal / kg DM) were 1714.22, under the Matterson et al. (1965) methodology and 1663.69, under Villamide (1995). The estimated values of PD (g / kg DM) was 259.1, for the Matterson et al. (1965) methodology and 263.2 for Villamide (1995).

**Key-words:** carcass, rabbit, agouti, digestibility , torula yeast of vinasse, nutrient

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor mundial de álcool e açúcar obtidos a partir da cana de açúcar. Minas Gerais destaca-se também pela grande produção de aguardente de cana.

O processo industrial gera resíduos sólidos, como o bagaço, e líquidos, como a vinhaça ou vinhoto, que é o remanescente dos destiladores. É constituída principalmente de água e matéria orgânica, podendo-se destacar ainda a presença de elementos como fósforo e potássio.

Após o término de cada destilação, tem de ser retirada e descartada, para que nova remessa de caldo de cana fermentado entre no equipamento e o processo de fabricação prossiga. De maneira geral, cada litro de álcool produzido em uma destilaria gera entre 10 e 15 litros de vinhaça.

A vinhaça possui alto poder contaminante na razão de 12-16 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> de etanol fabricado. Este efluente alcança valores próximos a 80 kg / m<sup>3</sup> de Demanda Química de Oxigênio (DQO).

É neste contexto que se estabelece o problema. O que fazer com este efluente líquido? A sua destinação em cursos d'água constitui-se grave problema de poluição, provocando mortalidade de peixes e tornando a água imprópria para o consumo.

Existem alternativas para a utilização deste resíduo, que pode ser utilizado em fertirrigação, produção de biogás, incineração em caldeiras especiais para obter energia e para produzir levedura.

De todas as alternativas mencionadas no parágrafo anterior, a produção de proteína unicelular (levedura) é a que maior valorização confere a vinhaça.

No Brasil a mais comum é a distribuição da vinhaça nas lavouras de cana de açúcar, como fertilizante, diretamente no solo, mas este uso tem limitações, por ser ácida.

Dentre as possibilidades de uso, há a de se transformar a vinhaça, pelo tratamento biológico deste mosto, através de leveduras, principalmente a levedura torula (*Candida utilis*), em um produto proteico para ser usado na alimentação de animais de produção.

O farelo de soja é a fonte de proteína mais comumente usada nas dietas de coelhos. É incluída em altas proporções nas dietas comerciais (até 20%).

Para a cunicultura brasileira é crítico o preço que o farelo de soja para a confecção de dietas para coelhos, devido às dificuldades de cultivo desta leguminosa na pequena e média propriedade, nas condições tecnológicas de grande parte dos produtores rurais.

Diante do exposto os objetivos do presente trabalho foram:

- Avaliar o desempenho e rendimentos de coelhos alimentados com dietas com diferentes níveis de inclusão de torula em substituição ao farelo de soja;
- Avaliar a digestibilidade de dietas com níveis crescentes de torula para coelhos;
- Avaliar a digestibilidade de dietas testando a inclusão de 30% de torula na ração de cutias (*Dasyprocta spp.*).

De uma forma geral a proteína é o princípio nutritivo mais oneroso da dieta dos animais, portanto, o melhor conhecimento do valor nutritivo dos principais alimentos com potencial de

fornecimento de proteína de qualidade como a aportada pelo farelo de soja, são de vital importância para o êxito e estímulo da produção de coelhos neste país.

A levedura torula, (*Candida utilis*) desenvolvida a partir de vinhaça de destilaria de álcool, tem sido estudada como fonte protéica na dieta de animais e recebido atenção devido às suas propriedades nutricionais. Entretanto, os estudos realizados com a torula na dieta de coelhos são escassos e pouco abordados pela literatura internacional, e com a espécie cutia (*Dasyprocta spp.*) não foram identificados, em ampla pesquisa bibliográfica, segundo a literatura nacional e internacional.

Esta pesquisa reuniu três experimentos, sendo dois com coelhos e um com cutias, a fim de avaliar nutricionalmente a levedura torula, através do ensaio de digestibilidade aparente e de desempenho produtivo com abate.

## CAPÍTULO I

### REVISÃO DE LITERATURA

#### 1. Panorama da cunicultura

A criação de coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) é uma atividade ainda em desenvolvimento no Brasil, porém devido às vantagens da cunicultura e as características do território e propriedades rurais brasileiras, apresenta potencial de crescimento em muitas regiões.

Dados da FAO (2010) apontam para uma produção brasileira de 2.025 toneladas de carne em 2010.

Entre as vantagens de se criar o coelho destaca-se: carne de altíssima qualidade além da possibilidade de aproveitamento de co e subprodutos; baixa necessidade de mão de obra e de espaço; alta prolificidade; estratégia alimentar única entre os animais domésticos e o baixo impacto ambiental provocado, o que vem, a cada dia, ganhando mais importância.

Os coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) são criados em muitos países com finalidades distintas, tais como, animais de companhia, aproveitamento do pêlo, pele, couro e da carne, cobaias de laboratórios em institutos de pesquisa e indústrias farmacêuticas para produção e desenvolvimento de novas vacinas ou anticorpos policlonais, para estudos imunológicos e tecnológicos, dentre outros. Entretanto, o principal uso dos coelhos, como espécie comercial, é para produção de carne.

O consumo da carne de coelho está presente em diversas culturas. Possui a mesma quantidade de proteína que a carne bovina. Contudo, a carne de coelho apresenta quantidades menores de gordura total, maior de vitaminas em relação à carne bovina, tornando-a atraente em dietas com restrições de calorias.

É considerada uma fonte de proteína de alto valor biológico e com um custo de produção relativamente baixo, sendo possível credenciá-la como uma excelente opção de alimento à população humana.

Na Europa a cunicultura tem destaque industrial, sendo alto o consumo da carne de coelho principalmente na França, Espanha e Itália.

Dados da FAO apontam a China como maior produtor mundial de carne de coelho. Ainda pela análise dos dados apresentados pela FAO (2010), percebe-se que a produção de coelhos no mundo vem aumentando nos últimos anos, e em 2010 houve a produção de cerca de 1.800.000 toneladas.

Neste período, como resultado de melhorias genéticas e mais informações científicas sobre o manejo e nutrição de coelhos, tem se elevado suas necessidades nutritivas e o consumo por unidade de peso vivo, e por isto é muito importante fornecer uma alimentação adequada e equilibrada que estimule o consumo alimentar e que atenda todas suas exigências nutritivas, para alcançar o máximo potencial produtivo (La O, 2007).

No Brasil, os dados concretos sobre a produção de coelhos são escassos e pouco atualizados. O censo agropecuário de 2006 apontava uma população total de 295.584 animais, distribuídos em 17.615 estabelecimentos, sendo a média de 17 animais por estabelecimento (Machado, 2012). Deve-se destacar que a maior parte desses estabelecimentos não é comercial.

A Figura 1 expõe dados (CENSO agropecuário, 2006) em relação aos estados com maior população de coelhos, e mostra que o Rio Grande do Sul mantinha 31% dos animais, seguido do Paraná (18%) e São Paulo (13%). A partir do contato com o mercado produtivo, percebe-se tendência de mudança dessa situação, havendo grande destaque para o crescimento da cunicultura no estado de São Paulo (Machado, 2012).

Com o desenvolvimento da gastronomia no país, em especial em Minas Gerais, carnes exóticas e saudáveis como a de coelho tendem a ter uma expansão na demanda.

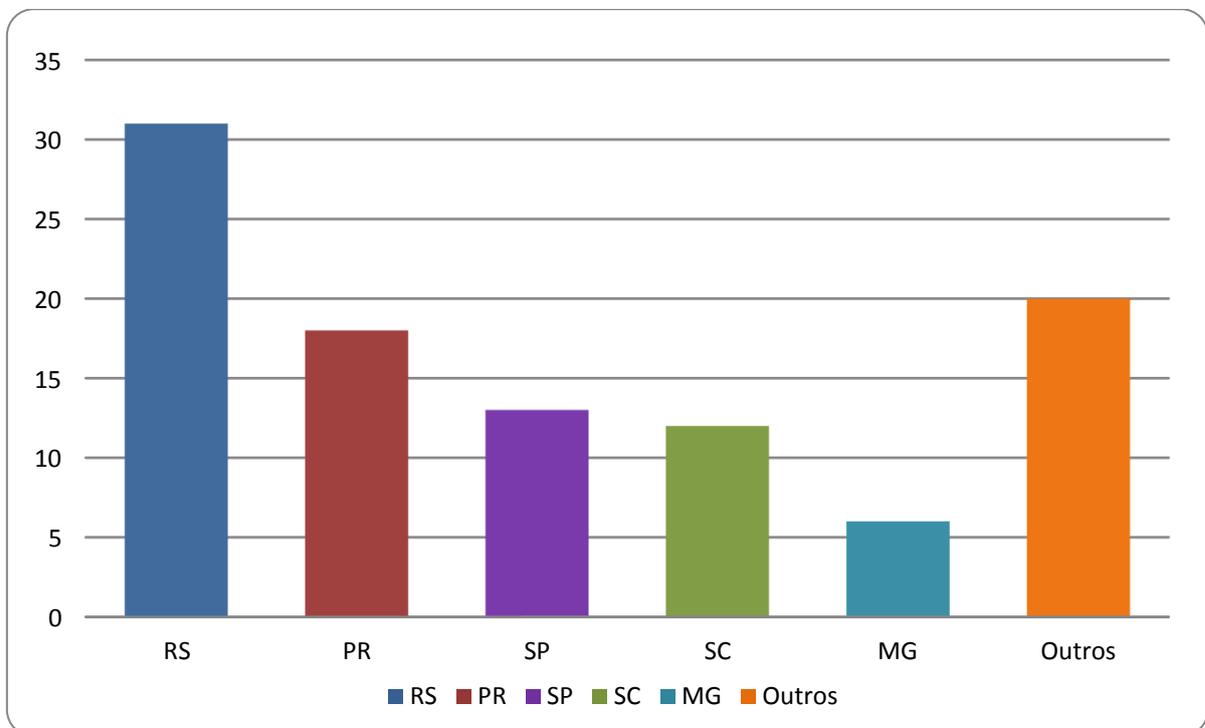


Figura 1 - Estados com maiores populações de coelhos no Brasil.

A produção de alimentos para uso na nutrição animal se sustenta na utilização de grãos, fundamentalmente de soja e milho, que também fazem parte da alimentação humana.

O aumento constante nos preços dos grãos e cereais e seu uso na produção de biocombustíveis têm obrigado diversas nações a buscarem outras fontes de proteína de qualidade. Atualmente estes grãos são valorizados por sua utilização na fabricação de agrocombustíveis (etanol e biodiesel). Os Estados Unidos é o maior produtor de etanol do mundo, porém a partir do milho.

Estes fatores fazem com que exista uma procura por alimentos alternativos, adequados para balancear as dietas dos animais, sem prejudicar o desempenho.

A alimentação geralmente pode representar mais de 70% do custo de produção de animais criados em sistemas intensivos, como é o caso dos coelhos para carne. Logo, avaliar

bem e adequadamente os alimentos tradicionais ou alternativos, (Cheeke *et al.*, 1986; Fernández-Carmona *et al.*, 1998), para sua posterior aplicação em dietas equilibradas para animais de produção, representa um substantivo salto na economia da atividade cunícola.

## 2. Vinhaça

Na produção de etanol, açúcar e cachaça, as águas residuais estão compostas pelas águas de resfriamento dos condensadores e da fermentação, assim como pelos resíduos líquidos das torres de destilação.

Dentre os subprodutos da industrialização da cana-de-açúcar, a vinhaça destaca-se por apresentar o maior número de problemas, devido a grande quantidade produzida, alto teor de água, elevada acidez e alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (Bard e Paiva, 1981).

A vinhaça é rica em matéria orgânica e em nutrientes minerais como o potássio (K), o cálcio (Ca) e o enxofre (S), e possui uma concentração hidrogeniônica (pH) variando entre 3,7 e 5,0 (Ludovice, 1996).

Segundo Cortez *et al.* (1992), a produção de vinhaça varia em função dos diferentes processos empregados na fabricação do álcool. Uma indústria de tamanho médio produzindo 50.000 litros de álcool/dia é responsável por uma produção diária de 750 m<sup>3</sup> de vinhoto com uma DQO entre 60.000 e 70.000 mg/litro o que demonstra um alto efeito contaminante.

A agroindústria da cana de açúcar é uma das fontes de maior impacto na contaminação do lençol freático nos países subtropicais que operam esta indústria (Strapasson, 2006).

Incidem em seu manejo e disposição as regulações introduzidas para os gases do efeito estufa por iniciativas globais (Solís, 2006). Cada m<sup>3</sup> de vinhoto produzido não tratado equivale a uma tonelada de CO<sub>2</sub> que serão liberados para a atmosfera.

### 2.1. Utilização da vinhaça

A vinhaça era lançada nos mananciais superficiais, em grandes e cada vez maiores volumes, principalmente nos cursos d'água como rios e ribeirões das proximidades das usinas de açúcar e álcool, ou alternativamente, nas chamadas áreas de sacrifício, até o final dos anos 70, quando a prática foi proibida pela Portaria MINTER n° 323, de 29/11/1978, que iniciou a normatização legal para a destinação da vinhaça, a fim de preservar os mananciais superficiais (Hassuda, 1989).

Este controle ocorreu devido à carga orgânica da vinhaça que causa a proliferação de microrganismos que esgotam o oxigênio dissolvido na água, destruindo a flora e fauna aquática e dificultando o aproveitamento dos mananciais contaminantes como fonte de abastecimento de água potável (Corazza e Salles-Filho, 2000).

Com a impossibilidade de partir de então, do lançamento da vinhaça nos rios e ribeirões, o descarte da vinhaça passou a ser um problema para os centros de pesquisa e para as indústrias. As alternativas tecnológicas então desenvolvidas para um destino ambientalmente

correto da vinhaça foram principalmente: fertilizante, fermentação anaeróbica (metano) e produção de levedura (Dias, 1980; Camhi, 1979).

A fertirrigação é uma das alternativas mais conhecida. Despejada *in natura* no solo, a vinhaça irriga e, ao mesmo tempo, fertiliza a lavoura, razão pela qual traz duplo benefício da disposição da vinhaça e da economia de custos em insumos, ao diminuir os gastos com fertilizantes químicos (Corazza e Salles-Filho, 2000). Por se tratar de um método barato e de melhor eficiência na eliminação desses resíduos, a dosagem de vinhaça aplicada por fertirrigação nem sempre é rigidamente controlada. É difícil dosificar e fiscalizar este quantitativo. Seu excesso e/ou uso continuado pode causar acidificação do solo, tornando necessária uma correção através de calagem, bem como saturação de potássio.

Conforme Szmrecsanyi (1994), o uso da vinhaça na prática da fertirrigação, apesar de antiga e bem disseminada, não pode ser excessiva ou indiscriminada uma vez que seu potencial poluidor compromete o meio ambiente, desde as características físicas e químicas do solo até as águas subterrâneas a partir da sua percolação.

Em Cuba, desenvolveu-se uma tecnologia de produção de levedura torula utilizando como substrato base a vinhaça de destilarias, que permite a redução da carga orgânica deste resíduo e, ao mesmo tempo, a obtenção desta fonte proteica (Otero *et al.*, 2007).

A vinhaça como substrato carbonado tem que ser complementada com outros nutrientes de que carece ou não os tem em concentrações suficientes para suportar a propagação das células, porém uma vez feito isto, é possível obter, com uma cepa adequada, aproximadamente 10 kgm<sup>-3</sup> de biomassa.

### 3. Leveduras

As leveduras são microrganismos e têm sido utilizados na alimentação humana e animal. Estes microrganismos unicelulares são as mais antigas fontes de proteínas unicelulares consumidas pelo homem através de produtos naturais, bebidas e alimentos elaborados por processos fermentativos (Costa, 2004).

A levedura é utilizada nos processos de fermentação do caldo extraído da cana-de-açúcar, para que este fermente, e de onde se obtém açúcar, aguardente (cachaça ou rum) ou álcool (etanol).

Nas usinas e alambiques, devido à rápida velocidade de crescimento destes microrganismos, ocorre sempre excesso de produção de levedura, que pode ser usada para os mais diversos fins depois de desidratada, como por exemplo, na alimentação animal.

As leveduras são consideradas importantes suplementos proteicos dos cereais, em virtude do alto conteúdo de lisina, e permitem adequadas formulações de dietas (De Blas *et al.*, 1985). As leveduras são uma opção na alimentação de monogástricos, como fonte de proteína e vitaminas (Moreira, 1984).

Em virtude da sazonalidade dos preços de produtos como o milho e o farelo de soja, ingredientes que mais contribuem para a elevação dos custos de produção animal, tem havido crescente busca por alimentos “alternativos”, principalmente os subprodutos agro-industriais, que são ingredientes de baixo custo e encontrados facilmente em certas regiões e em algumas

épocas do ano. Entre estes ingredientes, encontram-se, segundo Butolo (1991), os produtos de origem microbiana como as leveduras, que são resíduos da indústria canavieira. No Brasil a vinhaça é abundante durante todo o ano, em especial na época da safra da cana-de-açúcar, que varia conforme a região e o regime pluviométrico.

A levedura é caracterizada pelo seu alto valor proteico, sua composição aminoacídica, alta concentração de vitaminas do complexo B, exceto B12, além de altos níveis de lisina e treonina. Elas têm sido utilizadas como suplemento em alimentação animal para compensar a deficiência de aminoácidos e vitaminas de cereais (Olvera-Novoa *et al.*, 2002).

A parede celular das leveduras constitui-se, predominantemente, de polissacarídeos mananos e glucanos, que agem como prebióticos. Os mananos, que se encontram presentes em maior proporção na parede celular mais externa, agem como protetores do mecanismo de defesa do organismo animal.

As leveduras impedem a ligação de bactérias às vilosidades intestinais e estimula o sistema imunológico, devido sua capacidade de adsorver bactérias gram-negativas.

Diversos trabalhos demonstram que a utilização de levedura na dieta dos animais, melhora o ganho de peso e a conversão alimentar (Jurgens *et al.*, 1997).

Rostagno *et al.* (2003), avaliando dietas com prebióticos à base de manoligossacarídeos em frango de corte, verificaram que aves consumindo ração com antibiótico e aquelas consumindo ração com mananos apresentaram ganho de peso semelhante.

Smith *et al.* (2004), estudando o efeito do uso de blends à base de glucanos em dietas contaminadas com *Fusarium* no consumo de ração e no ganho de peso de frangos de corte, verificaram que à medida que se aumentava o nível de contaminação da dieta, o ganho de peso e o consumo de ração reduziu linearmente. Entretanto, quando se adicionou o adsorvente, à base de glucanos, os efeitos negativos das altas taxas de micotoxinas sobre o desempenho das aves foram reduzidos.

Maribo (2003), avaliando a utilização do conteúdo celular de leveduras em rações de suínos na fase de crescimento, verificaram uma melhora na viabilidade e no desempenho dos animais alimentados com extrato de leveduras comparando com dietas sem o uso de quaisquer antibióticos. Demonstrou-se assim, a presença de componentes que agem no sistema imune e, dessa forma, podem ser uma alternativa em situações em que se necessita do fornecimento de rações sem antibióticos como promotores de crescimento.

Um dos usos mais atrativos desta levedura é a produção de alimentos enriquecidos com proteína verdadeira e para diferentes propósitos de produção animal e a elaboração de substitutos lácteos com a concomitante liberação de leite para o consumo humano.

Barbosa *et al.* (2007), estudando os efeitos da inclusão da levedura *Saccharomyces cerevisiae* sobre a carcaça e na composição da carne de coelhos concluíram que a inclusão de levedura na ração não afetou o rendimento da carcaça e dos cortes. Com a inclusão de 18% de levedura seca na dieta dos coelhos, houve uma melhora na composição da carne, principalmente por aumentar o conteúdo da proteína.

Entre esses diversos subprodutos destaca-se a torula (*Candida utilis*), uma levedura de obtenção simples, com tecnologia de baixa complexidade, como tem sido mostrada pela experiência desenvolvida em Cuba (Estévez, 1999), e apropriada para a nutrição animal. Os estudos sobre a bioconversão das vinhaças de destilação em proteína microbiana começaram

em Cuba nos finais dos anos 60, principio dos 70 (Almazán, 1968, Sillinger y Almazan, 1976).

Segundo Lezcano (1995), no ano de 1965, em Pina Morón, Ciego de Avila, Cuba, foi inaugurada pelo Ministro de Indústrias de Cuba, naquele momento Ernesto Guevara (Che), a primeira planta de tecnologia francesa para produzir torula a partir do melaço, com uma capacidade potencial de 40 t diárias, cerca de 10 000 t/ano. Esta planta custou cerca de 10 milhões de pesos entre divisas e moeda nacional e sua produção estava destinada fundamentalmente a criar a base alimentar para o desenvolvimento da produção de animais monogástricos. Posteriormente no quinquênio 1976-1980 o país realizou um grande investimento ao construir 10 plantas de mesma capacidade que a anterior (7 plantas de tecnologia francesa e 3 de tecnologia austríaca). A partir desta iniciativa, posteriormente os pesquisadores e usinas cubanas desenvolveram a tecnologia de produção a partir da vinhaça, que é um resíduo, diferentemente do melaço que é um produto, o que reduziu os custos da torula em 50%, e adicionou o benefício ambiental a este mecanismo de produção.

### 3.1. Leveduras forrageiras

Com a denominação de leveduras forrageiras se estudam aquelas espécies que se propagam especialmente para ser usadas na alimentação animal, com objetivo de aproveitar seus componentes nutricionais, sobretudo proteínas e vitaminas.

Os gêneros preferidos de levedura para produção industrial são: *Candida* e *Saccharomyces*, destacando-se as espécies *Candida utilis*, *C. pulcherrima*, *C. reukauffi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *S. ovarum* entre outras (Bekatorou *et al.* 2006; Al-Eid *et al.* 2010; Nasser *et al.* 2011).

A seleção de uma cepa para que possa ser desenvolvida industrialmente deve considerar os seguintes fatores: capacidade de assimilação do substrato desejado, elevados rendimentos, alta velocidade de crescimento, estabilidade bioquímica e de cultivo, fácil recuperação, valor nutricional aceitável e boa aparência.

As leveduras, como todos os outros organismos vivos, requerem fontes de carbono, nitrogênio, fósforo, elementos minerais e fatores de crescimento para crescer e multiplicar-se (Phaff *et al.*, 1979).

A vinhaça aporta nutrientes como açúcares redutores, glicerol, peptídeos, aminoácidos livres, álcool, ácidos orgânicos, minerais e outros elementos menores que servem de alimento as leveduras (Estévez, 1999).

A maioria das espécies de levedura tem a capacidade de se propagarem em meios compostos por vinhaças como componente majoritário, mas a espécie *Candida utilis* está particularmente dotada para estes fins, porque além de fazê-lo eficientemente, possui um alto conteúdo de proteínas, excelente perfil de aminoácidos essenciais e um grande poder de adaptação aos câmbios das condições de crescimento e multiplicação, em escala industrial (Otero *et al.*, 1979).

A cepa *C. utilis* NRRL Y-660 apresenta o melhor comportamento nos meios vinhaças-melaços em escala industrial (Saura *et al.*, 2002).

Apesar destas potencialidades, a produção de levedura a partir de vinhaça requer a suplementação nutricional do meio de propagação, pois de outra forma a estabilidade do sistema seria extremamente precária pela deficiência do substrato em nutrientes essenciais, somado as flutuações típicas da indústria.

Entretanto estas variações podem ser compensadas por meio da adição de xaropes concentrados do próprio processo sucroalcooleiro, como o melaço, ou de promotores de crescimento microbiano de ampla disponibilidade no mercado atual (Martínez *et al.*, 2004, Otero *et al.*, 2007). A técnica recomenda a adição de um promotor de crescimento QZ-350, na relação de 1 a 3 kg/t de levedura.

#### 4. Torula

É obtida através de um processo de fermentação aeróbica, utilizando a vinhaça de usina como substrato. A tecnologia de utilização de vinhaças como substrato na propagação de levedura forrageira (torula para nutrição de animais), foi desenvolvida pelo ICIDCA - *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar* na década de 70 e na atualidade está implementada em três fábricas de 5000 t/ano que operam de maneira sistemática. Esta produção permitiu o desenvolvimento de um núcleo proteico para a engorda de suínos.

Dos microorganismos que se podem utilizar, tem se mostrado favorável o uso da espécie *Candida utilis*, não somente por sua capacidade em assimilar hexosas e pentosas, mas também outros compostos orgânicos que não açúcares, tais como ácidos, álcoois e aldeídos. É utilizada especificamente para uso forrageiro (Sandrasegarampillai e Arasaratnam, 2011).

O processo industrial de obtenção da torula seca se inicia com a autólise da suspensão de levedura que fica nos destiladores, através de centrifugação, obtendo-se o sobrenadante, que é ultrafiltrado e seco por evaporação.

O processo de propagação da levedura permite a redução da carga contaminante das vinhaças desde 70-80 kg / m<sup>3</sup> até 10-15 kg / m<sup>3</sup>. Paralelamente, se obtém cerca de uma tonelada (t) de levedura por cada 60 m<sup>3</sup> de vinhaça utilizada no processo.

A produção de levedura forrageira a partir de vinhaça se caracteriza por ser um processo contínuo em que a vinhaça aporta carboidratos, fonte de energia e fatores de crescimento em forma de vitaminas e minerais (Almazán *et al.*, 1982; Otero *et al.*, 1982). Esta produção se realiza mediante cinco fases básicas do processo (Gálvez, 1985):

- Preparação de matérias primas e auxiliares.
- Propagação da levedura.
- Separação ou recuperação da levedura.
- Concentração e secagem da levedura.
- Embalagem, armazenamento e manipulação.

Assim se obtém o extrato de levedura seca, pronta para ser embalada e utilizada como fonte protéica em dietas de animais de produção.

#### 4.1. Valor nutricional da torula

As leveduras são consideradas importantes fontes de proteína, vitaminas e minerais. Entre as que são utilizadas para a alimentação animal, se encontra a *Candida utilis* (levedura torula ou forrageira).

Este tipo de fonte proteica, com 35-45% de proteína bruta, se caracteriza por sua boa composição aminoacídica (Piloto y Macías, 2005), com destaque para a lisina, metionina e cistina.

A tabela 1, de Rodriguez *et al.* (2011) demonstra a composição de uma torula industrial cubana analisada por estes autores.

Tabela 1 - Composição química da levedura torula desenvolvida a partir da vinhaça de destilaria de álcool (em % da matéria seca) em matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo total (P), lisina e metionina + cistina.

<b>Indicadores % MS</b>	<b>Levedura desenvolvida sobre vinhaça</b>
Matéria seca	91.05
Matéria orgânica	92.85
PB (N x 6,25)	43.24
EB kcal/kg	3.981
FB	1.60
Calcio	0.93
Fósforo total	1.61
Lisina	4.5
Metionina + cistina	1.7

Fonte: Rodríguez *et al.* (2011).

Na elaboração de rações para animais monogástricos é fundamental conhecer o valor nutricional dos alimentos, representado pelo conteúdo de aminoácidos, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos (Rostagno *et al.*, 2007).

A levedura apresenta uma boa composição aminoacídica, como mostrado na tabela 2, onde se destaca que o conteúdo de lisina na levedura supera amplamente o da farinha de soja.

Tabela 2 - Conteúdo de aminoácidos essenciais da levedura de vinhaça e sua comparação com o farelo de soja (Saura, et al. 2008).

<b>Aminoácidos</b>	<b>Levedura de vinhaça</b>	<b>Farelo de soja</b>
Arginina	2.04	3.45
Histidina	1.71	1.41
Isoleucina	1.95	1.98

Leucina	3.90	3.29
Lisina	4.07	2.90
Metionina + cistina	1.08	1.15
Fenilalanina + tirosina	3.24	3.63
Treonina	2.19	1.71
Triptofano	1.07	0.90
Valina	2.29	2.15

A tabela a seguir destaca o conteúdo de vitaminas, e vale ressaltar que a torula é fonte de vitaminas do complexo B.

Tabela 3 - Aporte de vitaminas hidrossolúveis da levedura torula (mg/kg).

<b>Vitaminas</b>	<b>Valor analisado</b>
Tiamina	60-72
Riboflavina	39-45
Ácido pantotênico	30-40
Acido nicotínico	400- 500
Piridoxina	35-45
Biotina 1	1-2
Acido fólico	0.3-1.2
Colina	300-600

Fonte: Gómez (1986).

Rodriguez *et al.* (2011), determinaram os minerais presentes na levedura torula, desenvolvida a partir de vinhaça de destilaria, realizando análises por ativação com nêutrons. O potássio (K), cálcio (Ca), cloro (Cl), magnésio (Mg), ferro (Fe) e sódio (Na) foram os de maior concentração. Ficou demonstrado o alto conteúdo de matéria mineral (7.15 %) e de fósforo total (1.61%) que apresentam as leveduras.

A composição mineral da levedura torula de vinhaça mostrou valores superiores aos informados pelo NRC (1998) para o farelo de soja.

Como deficiência assinala-se o menor aporte de metionina, e que de 8 a 10 % do Nitrogênio total está composto por ácidos nucleicos, que são de uso/aproveitamento duvidoso pelos animais monogástricos.

A variação da sua composição, segundo pesquisadores, depende de uma série de fatores, entre os quais se destacam: a natureza do subproduto utilizado, grau de aeração do meio, espécie de levedura, tratamento imposto ao meio de cultura, concentração de sais e tampões que otimizam o processo de fermentação e os processamentos usados para beneficiar os produtos, como o de secagem (Baptista, 2001).

## 4.2. Utilização da levedura torula na nutrição animal em não-ruminantes

A levedura torula desenvolvida sobre vinhaça de destilaria, usada como fonte de proteína em dietas para animais monogástricos de interesse comercial, tem vindo a ganhar merecida importância hoje por causa de suas excelentes propriedades nutricionais e promotoras do crescimento animal. Neste sentido, pesquisas desenvolvidas por Lezcano e Mora (2008) em suínos e Rodriguez *et al.* (2010) em aves, demonstram o grande potencial deste material como única fonte de proteína na dieta dos animais. Entretanto, estudos utilizando esta fonte de proteína na dieta de coelhos de engorda são escassos e pouco abordados pela literatura internacional.

Na avicultura de corte trabalhando com dietas que continham como fonte proteica a torula (*Candida utilis*), Latrille *et al.* (1976) verificaram que acima de 20%, ocorreu redução do ganho de peso das aves no período de 1 a 20 dias de idade. Resultados semelhantes foram observados por Pezzato *et al.* (1982), quando verificaram que a torula constitui excelente alternativa para a economia de milho e soja até 20% em rações para frangos de corte. Surdzhiiiska *et al.* (1987) trabalharam com frangos de corte, com substituição de 5 a 20% de torula em dietas à base de milho e farelo de soja e 20% de substituição em dietas que continham em sua composição de 3 a 5% de farinha de peixe. Os autores verificaram que a inclusão de 5 a 10% de torula na dieta ocasionou aumento do ganho de peso das aves no período de 1 a 56 dias de idade.

Na alimentação de suínos comerciais, Figueroa (1991) demonstrou que a inclusão entre 10 a 30% de torula na dieta não influem no peso final, conversão alimentar e consumo diário de EE em gramas. Porém, diminuem o consumo da MS e PB interferindo no ganho de peso diário. Lezcano e Mora, (2008), trabalhando com suínos Yorkshire-Landrace x Yorkshire (YLxY) de 25 kg de peso vivo, informou que houve ausência de mortes, doenças ou outras anomalias nos animais durante o tempo que durou a prova e que, além disto, consumiram todo o alimento a sua disposição. Não foram encontradas diferenças significativas para o peso final, ganho de peso diário médio e a conversão alimentar em nenhum dos quatro tratamentos estudados, indicando que se pode substituir até o nível 100%.

Avaliando a utilização de torula de vinhaça como fonte de proteínas e vitaminas do complexo b na alimentação de suínos em engorda, Piloto *et al.*, 2008, no Instituto de Investigaciones Porcinas. Havana, Cuba, trabalharam com 36 suínos Camborough, fêmeas e machos castrados, com peso inicial médio de 27.0 kg. Foram três tratamentos e 12 repetições. Os tratamentos consistiram na substituição de 0, 30 e 60 % da proteína bruta em dietas de milho e soja por torula. Nas dietas onde se incluiu torula se dispensou as vitaminas do complexo B no premix comercial exceto a B12. Os autores não encontraram diferenças significativas ( $P>0.05$ ) entre os tratamentos a níveis de zero e 30%, contudo diferiram significativamente em comparação com o nível de 60%. Este resultado permite concluir que se pode substituir até 30% da proteína bruta sem afetar a produção, sem necessidade de adição de vitaminas do complexo B, exceto B12.

Para sua utilização adequada devem ser consideradas questões de qualidade do produto, forma de uso, composição da ração, interação com outros componentes, manipulação e armazenamento do produto.

## 5. Considerações sobre os custos de produção da levedura forrageira (torula)

Devido ao regime comunista Cubano, onde a torula hoje é produzida em escala industrial, as questões de minimização de custos e gestão devem ser analisadas criteriosamente, pois desde as fazendas de produção de cana até as usinas, tudo é estatal, o que acaba determinando uma administração diferenciada, geralmente menos eficiente que a gestão da iniciativa privada praticada em países capitalistas, como é o caso brasileiro. Do ponto de vista econômico as 12 destilarias de álcool existentes em Cuba geram anualmente entre 1,5 e 2,0 milhões de m<sup>3</sup> de vinhaça e que poderiam gerar 30 000 t de levedura torula por ano a um valor de 12 milhões de dólares.

Em Cuba, o custo de produção de levedura torula desenvolvida sobre vinhaça de destilarias oscila entre U\$ 300 e 350 U\$/t, enquanto que nos meses de janeiro-fevereiro de 2011 o custo de uma tonelada de farelo de soja no porto cubano teve um valor médio de U\$ 467,93 (oscilou entre U\$ 446,66 e 506,31 U\$/t), por tanto por cada tonelada de soja importada que se substitui por levedura torula de vinhaça, os cubanos gastam mais U\$ 117.93. Sabe-se que um dos componentes do custo de produção da torula que mais oneram é a energia, principalmente a gasta para os processos de aeração e secagem. Em Cuba, esta é proveniente do petróleo, pois eles não produzem energia a partir do bagaço excedente em escala industrial.

No caso do Brasil, somos grandes produtores de soja, e também de etanol a partir da cana, e a energia proveniente do bagaço poderia ser usada no processo de fabricação da torula, reduzindo custos.

Esta tecnologia foi desenvolvida pelos cubanos, em um país não capitalista, onde as usinas pertencem ao estado, sem o objetivo de lucro. É possível que, se um país como o Brasil investir nessa alternativa, e com o apoio das universidades, da Embrapa e dos empreendedores usineiros a produção da torula atinja um custo bem menor, viabilizando economicamente seu uso, além de desenvolver o processo da fabricação, tornando-o mais eficiente, produtivo e lucrativo o sistema. O investimento seria trazer esta técnica, importando este pacote tecnológico já desenvolvido, incentivar os empresários brasileiros, e com apoio técnico de Cuba implantar projetos pilotos, que com o tempo iriam gerar uma tecnologia nacional adaptada as nossas condições.

Em países em que as regulações ambientais bonificam os mecanismos de produção limpa, estes custos podem experimentar reduções adicionais. Uma valoração ambiental revela que por meio deste processo se deixam de emitir para a atmosfera cerca de 80 kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> de vinhaça, pela degradação da matéria orgânica contida neste resíduo, com a consequente redução do efeito contaminante e a bonificação correspondente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-EID, S.M.; AL-JASASS, F.M.; HAMAD S.H. Performance of baker's yeast produced using date syrup substrate on Arabic Bread quality *African Journal Biotechnology*, v.9 ,n.21,p. 3167-3174, 2010.
- ALMAZÁN, O.A. Utilización de los mostos residuales para la producción de levadura de forraje (torula). *Boletín ICIDCA Sobre los derivados*, n. 2, p. 17-26,1968.
- ALMAZÁN, O.; KLIBANSKY, M.; OTERO, M.A. *Producción de proteína unicelular a partir de subproductos de la Industria azucarera*. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1985. 74p.
- BARBOSA, J. G.; SILVA, L. P. G.; OLIVEIRA, E. M. *et al.* Efeitos da inclusão da levedura seca ( *Saccharomyces cerevisiae*) sobre a carcaça e na composição da carne de coelhos. *Revista Ciência Animal Brasileira*. v. 8, n. 1, p. 51-58, 2007.
- BARD, J. ; PAIVA, M.P. Aproveitamento da vinhaça em piscicultura. *Saccharum*, v.4, n.16 , p.39-40, 1981.
- BAPTISTA, A. S. *Saccharomyces cerevisiae em milho armazenamento e o efeito na redução da aflatoxicose*. 2001. 96f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- BEKATOROU, A.; PSARIANOS, C.; KOUTINAS, A.A. Production of food grade yeasts *.Food Technology and Biotechnology*, v.44 ,n.3, p. 407-415,2006.
- BUTOLO, J.E. Avaliação biológica da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte, fase inicial e engorda, substituindo-se total e parcialmente a suplementação de vitaminas do complexo B, presentes na levedura de cana. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA DE CANA, 2, Piracicaba, 1991. *Anais...* Piracicaba, SP: CTC, 1991. p.47.
- CAMHI, J. D. Tratamento do vinhoto, subproduto da destilação de álcool. *Brasil Açucareiro*, v. 94, n.1, p.18-23, 1979.CENSO AGROPECUÁRIO, 2006: Resultados preliminares. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuariaio.pdf>>. Acesso em: outubro de 2012.
- CHEEKE, P.R. Potentials of rabbit production in tropical and subtropical agricultural systems. *Journal of Animal Science*. v. 63, n.5 , p. 1581-1586, 1986. Disponível em: <http://www.journalofanimalscience.org/content/63/5/1581>. Acessado em dezembro de 2012.
- CORRAZA, R.I.; SALLES-FILHO, S.L.M. Opções produtivas mais limpas: uma perspectiva evolucionista a partir de um estudo de trajetória tecnológica na agroindústria canavieira. In: XXI SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21, 2000, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Núcleo PGT, 2000. CD-Rom.

CORTEZ, L.; MAGALHAES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. *Revista Brasileira de Energia*, v.2, n. 2, p.111,1992.

COSTA, L. F. Leveduras na nutrição animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 1, n. 1, p.1-6, 2004.

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.

DIAS, C.A.B. Perspectivas de tratamento do vinhoto com benefícios ambientais e econômicos (1a parte). *Brasil Açucareiro*, v. 96, n.3, p.45-53, 1980.

ESTÉVEZ, R. *Manual de operaciones de las plantas de levaduras de vinazas*. La Habana, Cuba: Martí, ICA, 1999. p. 20,21 e 23.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production: livestock primary: rabbit meal. 2010. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>>. Acesso em: outubro de 2012.

FERNÁNDEZ-CARMONA, J.; BERNAT, F.; CERVERA, C.; PASCUAL, J.J. High lucerne diets for growing rabbits. *World Rabbit Science.*, v. 6, n.2, p. 237-240, 1998.

FIGUEROA, V.; MAYLIN, A. O. Efecto de bajos niveles de proteína sobre el comportamiento y las características de la canal de cerdos alimentados con miel "B" y levadura torula. *Livestock Research for Rural Development*. v.3, n.3, p. 6-13,1991.

GÁLVEZ, L. O. *La industria de los derivados de la caña de azúcar*, La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1985.

GÓMEZ, R. 1986. *Levadura forrajera en la industria de los derivados de la caña de azúcar*. La Habana: Editorial Científico- Técnica, 1986, p.304.

HASSUDA, S. *Impactos da infiltração da vinhaça de cana no aquífero de Bauru*. 1989.92f. Dissertação ( Mestrado ) - Instituto de Geociências , Universidade de São Paulo,SP.

JURGENS M. H.; RIKABI R. A.; ZIMMERMAN D. R. The effect of dietary active dry yeast supplement on performance of sows during gestation-lactation and their pigs. *Journal of Animal Science*, v.75, p.593-597, 1997.

La O, A. L. *Alimentación de conejos (Oryctolagus cuniculus) con follajes, caña de azúcar y semillas de girasol*. 2007. 117f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.

LATRILLE, L.L.; RIQUELM, G.C.; MANTEROLA, H.B. *et al*. Evaluación de dos tipos de leveduras (*Candida utilis* y *Saccharomyces cerevisiae sp*), como fuente proteica para raiciones de pollos em crescimento. *Avances en Producción Animal*, v.1, p.45-51,1976.

LEZCANO P. Desarrollo de una fuente proteica en Cuba. Levadura torula (*Candida utilis*).*Revista Cubana de Ciência Agrícola*, v. 39, Número Especial, p. 459-464, 2005.

LEZCANO, P.; MORA, L.M. Utilización de la levadura torula de vinazas, seca o en crema, en dietas de maíz para cerdos en crecimiento. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE AZÚCAR Y DERIVADOS DE LA CAÑA, 10., 2008, La Habana. *Memorias Diversificación...*Cuba: IIP, 2008. p.452.

LUDOVICE, M.T. *Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático*. 1996. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

MACHADO, L.M. Opinião: panorama da cunicultura brasileira. *Revista Brasileira de Cunicultura*, v.2, n.1, 2012. Disponível em: <[http://www.rbc.acbc.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63&Itemid=71](http://www.rbc.acbc.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=71)>. Acesso em: 10 out. 2012.

MARIBO, H.; SPRING, P. Yeast extract as a protein source for weanling piglets. In: SYMPOSIUM ON VITAMINS AND ADDITIVES IN NUTRITION OF MAN AND ANIMALS, 9., 2003, Jena/ Thuringia, Germany. *Proceedings...* Jena/ Thuringia, 2003. (CD-ROM).

MARTÍNEZ, J.A.; ALMAZÁN, O.A.; SAURA, G.; OTERO, M.A. Production of fodder yeast from stillage: an environmental approach. *Zuckerindustrie*, v.129, n.2, p.92-95, 2004.

MOREIRA, J. R. A. *Uso da levedura seca (Saccharomyces cerevisiae) de destilária de álcool de cana de açúcar em rações isocalóricas para suínos em crescimento e acabamento*. 1984. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NASSERI, A.T.; RASOUL-AMINI, S.; MOROWVAT, M.H.; GHASEMI, Y. Single Cell Protein: production and process *American Journal of Food Technology*, v. 6, n. 2, p.103-116, 2011.

Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of swine. 8 ed. Washington, DC. : National Research Council, 1998. p.111 .

OLVERA-NOVOA, M.A., MARTÍNEZ-PALACIOS, C.A., OLIVERA-CASTILLO, L. Utilization of torula yeast (*Candida utilis*) as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*) fry. *Aquaculture nutrition*, v.8, n.4 , p. 257-264, 2002.

OTERO, M.A.; KLIBANSKY, M.M.; GARCIA, A., ESTEVEZ, R.E. Estudio evaluativo de cepas de *Candida utilis*. *ICIDCA Sobre los derivados*, v. 13, n. 49, p.92-95,1979.

OTERO, M.A.; KLIBANSKY, M.M.; GARCÍA, A.; ESTÉVEZ, R.E. Algunas consideraciones fisiológicas sobre la levadura *Candida utilis*. *ICIDCA Sobre los derivados*, v. 16, n.1, p. 21-29, 1982.

OTERO, M.A.; SAURA, G.; MARTÍNEZ, J.A.; *et al.* Fodder yeast production: a new approach for distillery vinasses treatment. *Proceedings International society of sugar cane technologists*, v.26, p.1127, 2007.

OTERO, M. A.; ALMAZÁN, O. A.; ÁLVAREZ, A. La Proteína Unicelular Microorganismos, Sustratos y Fermentadores. Saarbrücken: Editorial Académica Española, 2012, 121p.

PEZZATO, A.C.; PIAI JR., A.; SUZUKI, C.A.T. *et al.* Adição de minerais em ração para frangos de corte, contendo levedura seca de álcool (LSA). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19, 1982, Piracicaba. *Anais...Piracicaba*: SBZ, 1982.p.25.

PHAFF, H. J., MILLER M. W.; MRAK, Y E.M. *The life of yeasts*, 2 ed. Cambridge, Harvard University Press, 1979. p. 151-153.

PILOTO, J.L.; MACÍAS, M. Studies on the chemical composition of Cuban torula yeast grown on sugar cane molasses or from vinasse residues. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, v. 12, n. 2, p.111-115, 2005.

PILOTO, J.L.; MEDEROS, C.M.; ALMAGUER, R. Utilización de levadura torula obtenida a partir de vinazas como fuente de proteína y vitaminas del complejo B en dietas de cereales para cerdos en crecimiento-ceba. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE PORCICULTURA TROPICAL, 3., 2008, La Habana. CD-ROM., 2008.

RODRÍGUEZ, B.; MORA, L.M.; OLIVEIRA, D.; EULER, A.C. *et al.* Composición química y valor nutritivo de la levadura torula (*Candida utilis*), desarrollada sobre vinaza de destilería, en la alimentación de aves. *Revista Cubana de Ciência Agrícola*, v.45, n. 3, p.261-265,2011.

RODRÍGUEZ, B.; CANELLA, A.A.; MORA, L.M. *et al.* Mineral composition of torula yeast (*Candida utilis*) grown on distiller's vinasse. *Cuban Journal of Agriculture Science*, v.45, n.2, p.151-154, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; TOLEDO, R.S. *et al.* Avaliação de prebióticos à base de mananoligossacarídeos em rações de frangos de corte contendo milho de diferente qualidade nutricional. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Suplemento 5, p.52, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N. K. ; ALBINO, L.F.T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, supl., p. 295, 2007.

SANDRASEGARAMPILLAI, B.; ARASARATNAM, V. Palmyrah distillery spent wash for ethanol production by a thermotolerant *Saccharomyces cerevisiae* S<sub>1</sub> at 40°C. *Journal of the Institute of Brewing*, v.117, n.3, p. 451– 455, 2011.

SAURA, G.; OTERO, M.A.; VALDÉS, I.; PEÑA, M.A. *et al.* Análisis operacional del complejo destilería planta de levadura en el CAI Antonio Guiteras. *Sobre los derivados*, Parte I. ICIDCA, v. 36, n.1, p.28-32 ,2002.

SAURA, G.; OTERO, M. A.; RAMBLA, J.A. *et al.* Producción de levadura forrajera a partir de vinazas de destilería. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE AZÚCAR Y DERIVADOS, 10., 2008, Havana. *Diversificación*. La Habana, Cuba, 2008. p. 341.

SMITH, T. K.; CHOWDHURY ,S.R.; SWAMY H. V. L. N. 2004, *et al.* Comparative aspects of fusarium micotoxicoses in broiler chickens, laying hens and turkeys and the efficacy of a polymeric glucamannan mycotoxin adsorbent: mycosorb. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington, KY. USA. *Proceedings...* Nottingham UK: University Press (Ed. T. P. Lyons and K. A. Jacques), 2004. p. 103-109.

SÍLLINGER, V., ALMAZÁN, O.A. Producción de biomasa a partir de las mezclas mostos-melaza. In: CONFERENCIA DE LA ATAC, 39,1976, La Habana. *Memorias*. Havana: Editorial Orbe ,1976. p. 422-433.

SOLÍS, H. Créditos de carbono: una fuente de recursos financieros en el mercado MDL. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE AZÚCAR Y DERIVADOS DE LA CAÑA, 9., 2006, Havana. *Taller Internacional de Producción y Usos del Alcohol*. Havana: ICIDCA, 2006. p. 20-24.

STRAPASSON, A. Etanol y medioambiente. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE AZÚCAR Y DERIVADOS DE LA CAÑA, 9., 2006, Havana. *Taller Internacional de Producción y Usos del Alcohol*. Havana : CFC – ISO – ICIDCA, 2006.

SURDZHIISKA, S.; MARINOV, B.; TOMOVA, D. Mixed feeds for broiler chickens with different amounts of fodder yeast. *Zhivotnov' dni Nauki*, v. 24, n. 1, p.47-52, 1987.

SZMRECSANYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canvieira no Estado de São Paulo. *Revista Informações Econômicas*, v. 24, n.10, p.73-81, 1994.

## CAPÍTULO II

### **EXPERIMENTO 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO, RENDIMENTO DE CARÇA E DE PARÂMETROS VISCERAIS DE COELHOS NOVA ZELÂNDIA BRANCO EM CRESCIMENTO, ALIMENTADOS COM LEVEDURA TORULA (*Candida utilis*), EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA.**

#### **RESUMO**

A pesquisa teve como objetivo a avaliação nutricional da levedura torula (*Candida utilis*) de vinhaça em dietas para coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). Avaliou-se o desempenho produtivo, rendimento de carcaça e de parâmetros viscerais de coelhos Nova Zelândia Branco em crescimento, alimentados com levedura torula (*Candida utilis*), em substituição ao farelo de soja. Foram estudadas quatro dietas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 16 repetições, alojados individualmente aos 30 dias de idade (desmama). Os tratamentos consistiram na inclusão 0; 5; 10 e 15 % de levedura torula (*Candida utilis*) desenvolvida sobre a vinhaça de destilaria de álcool, como substituto ao farelo de soja na ração basal. Depois de 41 dias em engorda, respectivamente, o peso vivo ao abate (2.203; 2.233, 2.193 e 2.228 g / animal), ganho de peso diário (37,49; 38,18; 37,40 e 38,03 g / animal), o consumo total (4.912; 4.985; 4.946 e 4.944 g / animal) e a conversão alimentar (3,24; 3,20; 3,25 e 3,19 kg ração consumida / kg de ganho de peso vivo) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). O mesmo ocorreu com o peso e rendimento de carcaça, pele, fígado, coração, rins e ceco cheio. Concluiu-se que as dietas para coelhos em crescimento que incluem levedura torula desenvolvida sobre vinhaça de destilaria de álcool, como substituto parcial ou total do farelo de soja, não causa mudanças significativas nos indicadores produtivos dos coelhos na fase de crescimento estudada e nem no peso, rendimento de carcaça e de parâmetros viscerais.

**Palavras-chave:** alimentação, carcaça, coelhos, rendimento, torula

## ABSTRACT

The research aimed to make a nutritional evaluation of torula yeast (*Candida utilis*) from vinasse in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) diets. This experiment evaluated the performance, carcass yield and visceral parameters in New Zealand White rabbits growing, fed with torula yeast (*Candida utilis*), replacing soybean meal. Four diets were studied in a completely randomized design with four replications and 16 treatments, individually housed at 30 days of age (weaning). The treatments included 0, 5, 10 and 15% torula yeast developed on vinasse (or stillage) from alcohol distillery as a substitute for soybean meal in the basal diet. After 41 days on feed, respectively, live weight at slaughter (2203, 2233, 2193 and 2228 g / animal), daily weight gain (37.49, 38.18, 37.40 and 38.03 g / animal ), total consumption (4912, 4985, 4946 and 4944 g / animal) and feed conversion ratio (3.24, 3.20, 3.25 and 3.19 , kg feed consumed / kg live weight gain) showed no significant difference between treatments ( $P > 0.05$ ). The same occurred with the weight and carcass yield, skin, liver, heart, kidney and full cecum. It was concluded that diets for growing rabbits which include torula yeast grown on stillage from alcohol, as partial or total replacement of soybean meal, does not cause significant changes in production indicators for the growth phase studied, nor in weight, carcass and visceral parameters.

**Key-words:** feeding, carcass, rabbits, yield, torula

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produtividade dos coelhos criados em condições intensivas e semi-intensivas tem aumentado de maneira significativa em todo o mundo, como resultado de melhorias genéticas e da melhor técnica de produção.

Os custos com alimentação nos sistema de produção animal giram em 70% (Herrera, 2003).

Um substituto proteico de qualidade, além de possuir bom valor nutritivo e composição aminoacídica, tem de ser eficiente sob o ponto de vista produtivo, e uma forma eficiente de testar este fato é fazendo o ensaio de desempenho.

Seu uso na dieta não deve afetar as características da carcaça de forma negativa, e para avaliar esta questão tem-se que abater os animais após o ensaio e obter o rendimento de carcaça e de órgãos comestíveis (parâmetros viscerais).

Trabalhos como os de De Blas *et al.* (1985) mostraram que a carne de coelho apresenta diferenças nas propriedades químicas, quanto à qualidade de gordura decorrentes de fatores como alimentação, genética, hormônios e manejo. Poucos trabalhos têm sido realizados sobre o efeito da dieta quanto à composição química corporal de coelhos. Os mais comuns enfatizam a composição química da carcaça (Garcia *et al.*, 1993), mas, de acordo com Ledin (1984), o rendimento de carcaça e o peso relativo de alguns órgãos são influenciados pelo nível de proteína na dieta.

Existem vários grupos de microorganismos considerados como fonte de proteína unicelular, entre os quais se destacam as leveduras (Yoursi, 1982). A torula é uma fonte proteica, e se caracteriza por sua boa composição aminoacídica (Conde *et al.*, 1982; Marrero y Romero, 1989; Piloto y Macías, 2005).

É um produto cujo processo de fabricação consome um efluente altamente poluente, abundante no Brasil e de difícil disposição final, e por esta razão é uma alternativa de uso da vinhaça que contribui para a preservação do meio ambiente.

Uma preocupação que têm definido as dietas contemporâneas em coelhos é o bem-estar dos animais, incluindo aí os novos conceitos de bem-estar intestinal; o uso de produtos integrados ao modelo de sustentabilidade ambiental e a simplificação dos sistemas de alimentação (De Blas *et al.*, 1999; Xiccato, 1996 ; Pascual, *et al.*, 1999).

Assim, o presente experimento apresenta como objetivo avaliar o desempenho produtivo, peso e rendimento de carcaça e de parâmetros viscerais de coelhos Nova Zelândia Branco, alimentados com levedura torula, em substituição ao farelo de soja.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências do Laboratório de Metabolismo Animal (LAMA/EV/UFGM), na sala destinada aos ensaios com nutrição de coelhos e na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa da Escola de Veterinária (EV) da UFGM, situada no município de Igarapé, MG, onde foi realizado o abate. O LAMA constitui um complexo laboratorial, com sala climatizada destinada a experimentação com coelhos possuindo 72 m<sup>2</sup>,

equipadas com sistema de controle de temperatura, iluminação, ventilação e bancada, além de equipamentos como, estufas, geladeira, freezers, balanças analíticas, armários e estantes.

As condições ambientais foram mantidas estáveis, como temperatura e umidade, com protocolos experimentais conforme as recomendações propostas pelo *European Group on Rabbit Nutrition* (EGRAN, 1999).

As análises laboratoriais bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal/EV/UFMG, que possuem os equipamentos necessários para a realização das análises deste experimento.

Os animais para realização do experimento foram cedidos pelo setor de cunicultura da Fazenda Experimental Prof. Helio Barbosa/EV/UFMG.



Foto 1 - Detalhe da gaiola, do comedouro com ração e do animal.  
Fonte: Arquivo pessoal.



Foto 2 - Laboratório onde foi realizado o experimento- UFMG.  
Fonte: Arquivo pessoal.

As dietas experimentais foram confeccionadas na fábrica de ração da Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa/EV/UFMG, e eram compostas de uma dieta controle ou de referência (tabela 4), formulada seguindo as recomendações de De Blas e Mateos (2010) a fim de atender as exigências nutricionais de coelhos nesta fase de produção e mais três dietas com níveis de inclusão de 5; 10 e 15 % de levedura torula de vinhaça (*Candida utilis*) em substituição ao farelo de soja da dieta controle. Foi previsto que as demais dietas ainda permanecessem atendendo as exigências mínimas dos coelhos na fase estudada, principalmente sem comprometer o conteúdo protéico e energético. Todas as dietas foram peletizadas com grânulos de 12-15 mm de comprimento por 4-5 mm de diâmetro.

A tabela 4 mostra o nível de inclusão de cada matéria prima por tratamento e o aporte de nutrientes calculados da dieta basal (g/kg MS).

Tabela 4 - Ingredientes empregados por tratamento (g/kg MS) e aporte nutritivo calculado da dieta basal em proteína bruta (PB), energia digestível (ED), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio (Ca), fósforo total (P), lisina e metionina + cistina.

Alimentos (g/kg)	Nível de inclusão de levedura torula (%)			
	0	5	10	15
Feno de alfafa	321,0	321,0	321,0	321,0
Farelo de trigo	250,0	250,0	250,0	250,0
MDPS <sup>1</sup>	150,0	150,0	150,0	150,0
Farelo de soja	150,0	100,0	50,0	0,00
Levedura Torula	0,00	50,0	100,0	150,0
Milho	77,0	77,0	77,0	77,0
Óleo de soja	20,0	20,0	20,0	20,0
Melaço de cana	20,0	20,0	20,0	20,0
Sal comum	5,0	5,0	5,0	5,0
Premix	5,0	5,0	5,0	5,0
Fosfato bicálcico	1,1	1,1	1,1	1,1
DL metionina	0,9	0,9	0,9	0,9
Aporte calculado da dieta basal (g/kg MS)				
PB	180,0			
FDA	175,0			
Ca	6,0			
P total	4,6			
Lisina	7,8			
Metionina + Cistina	5,4			
ED kcal/kg	2600			

As dietas foram formuladas tendo em conta as exigências de coelhos em crescimento segundo De Blas e Mateos (2010).

1: Milho desintegrado com palha e sabugo

As rações dos quatro tratamentos foram fornecidas *ab libitum* em comedouros metálicos individuais e a água em bebedouros tipo *nipple*.

Durante o experimento controlou-se o consumo e o desperdício de alimento.

As amostras das rações e da torula foram submetidas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), cinzas, cálcio (Ca) e fósforo (P). Calculou-se a fração de matéria orgânica (MO) da torula pela diferença entre a MS e a MM (matéria mineral).

O consumo médio diário (CMD) foi obtido através de pesagem no início do experimento e ao final do teste das sobras, uma vez que a quantidade fornecida era conhecida.

$$\text{CMD (g)} = \text{Consumo (g)} - (\text{sobra} + \text{desperdício}) (\text{g})$$

A preparação das amostras de alimentos (ou dietas) e fezes, assim como, as análises químicas foram efetuadas de acordo com a metodologia proposta pelo EGRAN (1999).

A análise de fibra em detergente ácido (FDA) foi efetuada apenas nas amostras das rações e da torula.

As análises seguiram a metodologia sugerida pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (1998), conforme os procedimentos descritos a seguir, e que foram adotados em todos os experimentos desta pesquisa:

- A MS foi determinada em estufa a 105<sup>0</sup>C durante 4 a 5 horas; segundo recomendações da Association of Official Analytical Chemist (Cunnif *et al.*,1995);
- As cinzas e MO por incineração em mufla a 600 ° c durante 4 horas (Cunnif *et al.*,1995);
- A PB pelo método de Kjeldhal (Cunnif *et al.*,1995);
- EE por extração com éter sulfúrico em aparelho de Soxlet (Cunnif *et al.*,1995) ;
- FDN e FDA foram determinados segundo os procedimentos sugeridos por Van Soest (1963), Van Soest (1967) e Van Soest *et al.*(1991), em aparelho ANKON;
- O teor de fósforo foi determinado por colorimetria, e o de cálcio por permanganometria (Cunnif *et al.*,1995).
- EB foi determinada por calorímetro adiabático de Parr modelo Parr 1281 com impressora modelo Parr 1757 (bomba adiabática de Parr).

Estes procedimentos acima foram utilizados também nos experimentos 2 e 3 desta pesquisa , que serão descritos nos capítulos III e IV , respectivamente.

A caracterização das dietas experimentais dos quatro tratamentos são mostradas nas tabelas 4 e 5, com os resultados das análises e cálculos das rações, em g/kg MS.

Tabela 5 - Valores analisados para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) , energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas, cálcio e fósforo , em g/kg da matéria seca , das rações utilizadas.

Princípio Nutritivo (g /kg MS)	Nível de inclusão de levedura torula (%)			
	0	5	10	15
Matéria seca	897,1	900,2	891,1	897,1
Proteína bruta	186,2	186,4	175,3	182,6
Extrato etéreo	46,2	41,2	46,8	50,6
FDN	339,1	373,1	348,0	305,0
FDA	145,1	155,1	150,8	127,0
Cinzas	78,8	70,3	82,0	70,8

Cálcio	11,7	8,9	15,2	9,3
Fósforo	6,9	6,8	6,6	6,1
Energia bruta, kcal/kg	4027,49	4048,82	4038,05	4062,80

A tabela 6 mostra a composição da torula utilizada em todos os três experimentos desta pesquisa, que consumiu um total de 50,0 kg do produto, sendo 45,0 kg para os experimentos um e dois, 4,5 kg para o experimento três e 0,5 kg utilizados para as análises laboratoriais.

Tabela 6 - Composição química analisada da levedura torula.

Princípio Nutritivo (g/kg MS)	Valor Analisado
MS	858,8
PB	366,2
EE	44,2
MO	787,3
Cinzas	71,5
FDN	12,6
FDA	5,5
Ca	5,6
P	28,2
Energia bruta, kcal/kg	3970,80



Foto 3 e 4 - Aspecto da torula utilizada  
Fonte: Arquivo pessoal.

Em relação aos animais e procedimentos experimentais adotados para a avaliação do desempenho produtivo, foram utilizados um total de 64 coelhos, machos e fêmeas, da raça Nova Zelândia Branca, recém-desmamados, com 30 dias de idade e peso vivo médio de 665 gramas/animal. Os animais foram alojados em gaiolas individuais de arame galvanizado, medindo 0,6×0,6×0,37m, equipadas com comedouros com abertura interna de 7 cm de largura por 15 cm de comprimento com separadores a cada 5 cm, para evitar o desperdício da ração.

O planejamento estatístico foi paulatinamente estruturado pelas características da resposta estudada e das condições de amostragem e infraestrutura disponíveis, e foi definido o delineamento experimental, que permitiu a análise e comparação subsequente das médias, para a consecução dos objetivos propostos neste experimento (Sampaio, 2010). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dezesseis animais por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de um animal alojado. Cada tratamento foi constituído equilibradamente com igual quantidade de animais e sexo.

O cálculo das dietas foi feito utilizando um programa linear para rações de custo mínimo, SUPERCAC (2010), que foram isocalóricas e isoprotéicas para as fases de crescimento, com base nas exigências nutricionais de coelhos.

Os efeitos na produção dos diferentes tratamentos foram avaliados sobre o peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar da desmama (30 dias de idade) ao abate (71 dias de idade).

O ganho de peso foi obtido pela diferença entre os pesos inicial e final.

O consumo de ração foi medido através da diferença entre a ração fornecida durante o período e as sobras acrescidas do desperdício, ao final da experiência.

A conversão alimentar foi mensurada dividindo o consumo diário de ração pelo ganho de peso vivo final.

Visando a avaliação do rendimento de carcaça e de parâmetros viscerais, no final do experimento de digestibilidade, aos 71 dias de idade, foram abatidos 32 coelhos, oito para cada tratamento, para determinar os pesos da carcaça e seus rendimentos, bem como de pele, fígado, coração, rins e ceco cheio.

Os animais foram abatidos de acordo com as recomendações de Gidenne e Lebas (1984) com atordoamento na base do crânio, suspensos pelas patas posteriores e sangrados por corte da jugular. Imediatamente após a retirada de pele e anexos (cauda, patas e cabeça) os animais foram eviscerados. Os dados foram colhidos perante pesagem individual com a carcaça ainda quente.

Os efeitos dos diferentes tratamentos foram avaliados sobre o rendimento de carcaça sem cabeça e rendimento dos parâmetros viscerais (fígado, rins e coração).

O rendimento de carcaça e de vísceras foi obtido dividindo-se os seus pesos pelo peso do animal antes do abate, multiplicando-se por 100.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão com modelo pré-definido mediante o programa estatístico pelo software SISVAR (2007), usando o GLM - Modelo Linear Geral (SAS, 1990), e para as comparações de medias pertinentes o teste de intervalos múltiplos de Duncan (1995) ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi previsto no item Materiais e Métodos, que as dietas com inclusão da torula em até 15 % atenderiam as exigências mínimas dos coelhos, não alterando de forma acentuada a composição das dietas, mantendo-se o máximo possível como isoprotéicas e isoenergéticas em relação à dieta teste (tabela 4), o que se confirmou pelos valores apresentados na tabela 5.

O desempenho animal nos tratamentos é mostrado na tabela a seguir e não apresentou diferença significativa entre tratamentos ( $P>0,05$ ), em nenhum dos parâmetros avaliados.

Tabela 7 - Indicadores produtivos de coelhos, aos 71 dias de idade, recebendo na dieta três níveis de inclusão de levedura torula, obtida da vinhaça, em substituição ao farelo de soja.

Indicadores	Nível de inclusão de levedura (%)				Média	EE ±
	0	5	10	15		
Peso inicial, g / coelho	665,25	660,31	664,62	667,81	664,50	22,62
Peso final, g / coelho	2203,92	2233,29	2193,27	2228,14	2214,66	71,94
Ganho de peso vivo, g/dia	37,49	38,18	37,40	38,03	37,78	1,58
Consumo total, g	4912,42	4985,00	4946,40	4944,29	4947,03	184,31
Conversão ( kg /kg ) <sup>1</sup>	3,24	3,20	3,25	3,19	3,22	0,10

*Não houve efeito significativo pelo teste de Duncan ( $P>0,05$ ).*

<sup>1</sup> - kg ração consumida/ kg de ganho de peso vivo

O elevado conteúdo de proteína bruta (35-45%) da levedura torula obtida de vinhaça, assim como sua composição de aminoácidos, vitaminas do complexo B e minerais, permitiram alcançar resultados produtivos semelhantes na dieta convencional, em experimentos similares, e os bons índices produtivos obtidos em todas as dietas com torula nesta pesquisa estão em concordância com estes experimentos.

A análise dos resultados permite concluir que a inclusão da torula em até 15% permite *performance* produtiva igual a obtida com a dieta a base de farelo de soja.

Carregal e Fonseca (1990) que trabalharam com coelhos em crescimento, obtiveram melhores ganho de peso e conversão alimentar, quando a ração continha 75% de proteína do farelo de soja e 25% de proteína de levedura, discordando deste experimento que não encontrou diferença entre os quatro tratamentos.

Caballero *et al.* (1993) avaliaram níveis de inclusão de levedura torula em aves através de ganho de peso, consumo e conversão alimentar para frangos de corte e porcentagem de postura e peso de ovos, consumo e conversão alimentar para poedeiras. Embora testando um nível de inclusão inferior, os dados obtidos na presente pesquisa estão em concordância com os resultados obtidos por estes autores, que concluíram que até 10% de inclusão da levedura em dietas para frangos e poedeiras não afetam o desempenho destes animais.

Scapinello *et al.* (1996), substituíram gradualmente a proteína do farelo de soja pela proteína da levedura *Saccharomyces sp.*, obtida de melaço de cana de açúcar, em rações para coelhos em crescimento, e assim como no presente experimento não observaram prejuízos no

desempenho dos animais com a inclusão de 15,4% de levedura, substituindo totalmente o farelo de soja.

O peso final ao abate superou os 2 kg (estabelecido internacionalmente para a comercialização de coelhos de engorda) em todos os tratamentos, sem diferenças significativas entre tratamentos ( $P>0.05$ ), segundo o nível de substituição de soja por levedura torula. O mesmo ocorreu com o ganho de peso vivo diário, o consumo e a conversão. O aumento do consumo de ração em todos os tratamentos onde houve inclusão de torula em relação a dieta sem torula, observado neste trabalho, pode ser justificado pela presença de glutamato e ácidos nucléicos encontrados nos extratos de leveduras (Maribo,2003).

Estudando a utilização da torula em poedeiras comerciais, Rodríguez *et al.* (2008), testaram a substituição parcial do milho e da farinha de soja com quantidades variáveis de levedura como fonte de proteína, e também concluíram, em concordância com os resultados obtidos nesta pesquisa com coelhos, que se pode substituir até 15 % da proteína da dieta por levedura, em galinhas poedeiras, com um incremento na produção de ovos sem afetar a viabilidade.

Ferreira *et al.* (2010), estudando o desempenho de coelhos alimentados com dietas semi simplificadas com e sem a adição de vinhaça, encontraram valor médio para conversão alimentar (kg ração consumida/kg de ganho de peso vivo) igual a 3,92, próximo, porém superior ao obtido neste ensaio. Já com o ganho de peso diário encontram média inferior, igual a 34,59 g/dia para o tratamento com adição de vinhaça. O peso final médio para o tratamento com adição de vinhaça foi de 2.058,75 g, inferior ao obtido na presente pesquisa em todos os tratamentos (tabela 8). Este desempenho superior da torula em relação a vinhaça líquida *in natura*, para todos os parâmetros avaliados nas duas pesquisas, pode ter relação com o melhor valor nutritivo da primeira, aportando mais nutrientes.

A tabela 8 mostra os resultados das análises para pesos de carcaça, pele, fígado, coração, rins e ceco encontrados, e onde não se observou influência ( $P>0,05$ ) da inclusão da torula de vinhaça para esses parâmetros.

Tabela 8 - Peso de carcaça, pele, fígado, coração, rins e ceco cheio de coelhos abatidos aos 71 dias de idade, recebendo na dieta três níveis de inclusão de levedura torula, obtida da vinhaça, em substituição a soja.

Indicadores (g)	Nível de inclusão da levedura (%)				Média	EE ±
	0 (Controle)	5	10	15		
Peso da carcaça	1138,89	1131,76	1167,91	1120,62	1139,80	47,28
Peso da pele	242,05	241,61	245,00	232,35	240,25	11,42
Peso do fígado	96,37	88,02	87,96	96,97	92,33	9,13
Peso do coração	4,69	5,17	5,06	4,65	4,89	0,28
Peso dos rins	15,90	16,69	16,07	15,72	16,10	0,79
Peso do ceco cheio	111,86	118,20	116,57	117,69	116,08	5,10

*Não houve efeito significativo pelo teste de Duncan ( $P>0,05$ ).*

A ausência de diferenças significativas nos resultados produtivos obtidos (Tabela 7), bem como a qualidade nutricional das dietas fornecidas, tornou possível que tanto o peso da carcaça, como da pele, fígado, coração, rins e ceco cheio (Tabela 8), não mostrassem diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), e da mesma forma no rendimento desses órgãos (Tabela 9). Estes resultados possivelmente se devem a que os quatro grupos, ao abate, apresentaram peso final semelhante, a mesma idade e grau de maturidade. Neste sentido Butterfield (1988) indicou que quando vários grupos de animais coincidem em similar grau de maturidade, a composição de carcaça e outros órgãos apresenta pouca variabilidade.

Tabela 9 - Rendimento de carcaça, pele, fígado, coração, rins e ceco cheio de coelhos abatidos aos 71 dias de idade, que receberam na dieta três níveis de inclusão de levedura, obtida da vinhaça, em substituição a soja.

Indicadores (%)	Nível de inclusão de levedura (%)				Média	EE $\pm$
	0 (Controle)	5	10	15		
Rendimento de carcaça	49,93	49,73	50,44	50,67	50,12	0,38
Rendimento de pele	10,61	10,65	10,57	10,53	10,59	0,33
Rendimento do fígado	4,19	3,82	3,79	3,80	3,90	0,21
Rendimento de coração	0,21	0,23	0,22	0,21	0,22	0,01
Rendimento dos rins	0,70	0,73	0,70	0,71	0,71	0,02
Rendimento de ceco cheio	4,92	5,22	5,05	5,33	5,13	0,19

*Não houve efeito significativo pelo teste de Duncan ( $P > 0,05$ ).*

A ausência de diferença estatística ( $P > 0,05$ ) para peso e rendimento de órgãos comestíveis entre os 4 tratamentos evidencia que a inclusão de até 15% de torula em substituição ao farelo de soja não afeta o peso e nem os rendimentos de carcaça e outros órgãos.

Em relação ao rendimento de carcaça não foram encontrados valores significativos ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de inclusão da levedura, coincidindo com os relatos de Jacob *et al.* (1992), que também não verificaram efeito significativo para o rendimento de carcaça com o aumento do teor proteico na dieta.

Estudando os efeitos da inclusão da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre a carcaça e na composição da carne de coelhos, Barbosa *et al.* (2007) concluíram que para todas as variáveis estudadas não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da inclusão de níveis de levedura seca, coincidindo com os resultados obtidos nesta pesquisa. Para rendimento da pele (%), obtiveram médias semelhantes (9,83) as encontradas no presente experimento (10,59), e que divergiram das obtidas por Nofal *et al.* (1995) e Carvalho *et al.* (2001), que conseguiram rendimentos de pele de 15,69% e 13,25%, respectivamente.

O rendimento da carcaça (%) encontrado no presente experimento ficou quase idêntico ao observado por Carvalho *et al.* (2001), que obtiveram 50,4%, para rendimento de carcaça, para coelhos Nova Zelândia Branco.

Arruda *et al.* (2003), estudando o desempenho e características de carcaça de coelhos alimentados com rações contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra verificaram um rendimento de carcaça bem próximo aos dados encontrados neste trabalho, entre 48,76% a 50,20%, trabalhando com a mesma raça de coelhos.

Os valores obtidos para peso da carcaça e rendimento de carcaça de Machado (2006) foram inferiores aos aqui encontrados. Faria *et al.* (2008) encontraram os mesmos resultados deste autor. Já o peso da carcaça obtido com sua dieta basal foi levemente inferior (1133 g) ao encontrado no presente experimento (1138,89 g).

Os dados obtidos neste ensaio concordaram com os de Ferreira *et al.* (2010), que estudando o rendimento de carcaça de coelhos alimentados com dietas semi simplificadas com e sem a adição de vinhaça, encontraram valores muito próximos para rendimento de carcaça, com média igual a 50,21% para o tratamento com adição de vinhaça, quase coincidindo com a média obtida neste experimento, que foi de 50,12%.

Em trabalhos publicados por Leyva (2010), utilizando dietas alternativas para coelhos Nova Zelândia Branco em engorda, o autor obteve similares rendimentos de carcaça e vísceras comestíveis aos encontrados no tratamento alimentado com dietas convencionais, assim como nesta pesquisa.

A composição química analisada da levedura torula de vinhaça utilizada é mostrada na tabela 6. O valor de conteúdo de proteína bruta encontrado foi de 36,62%, e está de acordo com os diversos tipos de leveduras, e que pode variar de 27 a 62%, em função do gênero e a cepa utilizada (Miyada, 1990). O valor encontrado para PB é comparável com o informado para a levedura torula a partir de méis finais de cana de açúcar (Valdivié 1976, Piloto y Macías 2005 y Saura *et al.* 2008), porém, um pouco inferior ao farelo de soja (40 a 44%).

Euler (2008), avaliando nutricionalmente a levedura torula para a alimentação de coelhos, encontrou valores para matéria seca (MS) de 80,37%, proteína bruta (PB) de 37,70%, cinzas de 6,98% e energia bruta (EB) de 3.832 kcal/kg MS, muito próximos dos dados obtidos neste experimento (tabela 6). Foram avaliadas cinco dietas, sendo uma referência e outras quatro formuladas a partir da inclusão de 5, 10, 15 e 20% da levedura torula em substituição aos macroingredientes da dieta referência. Entretanto, diferiram dos resultados do presente experimento, quando verificaram que o nível de 5% de inclusão da levedura torula apresentou melhor resultado ( $p < 0,05$ ) na alimentação de coelhos comparados com os demais níveis.

A torula analisada e usada neste experimento apresentou valores de matéria seca, proteína bruta e cálcio inferiores aos encontrados por Rodriguez *et al.* (2011). Já os valores de EB destes autores (3984,00 kcal/kg) foram muito próximos aos encontrados neste ensaio. No entanto, o valor de 2,82% encontrado para fósforo neste experimento foi superior, diferindo do valor de 1,61% encontrado pelos mesmos autores. É esperada uma variação nestes valores de composição da torula encontrados por diferentes pesquisadores em função dos diferentes processos empregados na fabricação, aditivos e a própria vinhaça, que é a matéria-prima.

A torula analisada nesta pesquisa apresentou valor de matéria mineral de 7,15%, valor idêntico ao encontrado por Rodriguez *et al.* (2011). Este valor concorda com os informados por Miyada (1990) sobre o alto conteúdo da fração inorgânica das leveduras, que pode variar entre 4 e 14%. Segundo este mesmo autor, são ricas em P, principalmente como

consequência da adição de tampões, sais e outros aditivos que se incorporam ao substrato para melhorar o rendimento ou reduzir o tempo de fermentação. Conde *et al.* (1982) e Moreira *et al.* (1998) também destacaram a riqueza em P das leveduras.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos permitem concluir que as dietas para coelhos em crescimento incluindo levedura torula desenvolvida a partir de vinhaça de destilaria de álcool, como substituto parcial ou total da soja, não origina mudanças significativas nos indicadores de desempenho produtivo e nem no peso e rendimento da carcaça e parâmetros viscerais após o abate.

A torula utilizada apresentou boa composição e valor nutritivo, estando dentro dos padrões observados para este produto e propiciou dietas isoproteicas e isoenergéticas quando substituiu o farelo de soja em 0, 5, 10 e 15%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, A. M. V.; LOPES, D. C.; FERREIRA, W. M. et al. Desempenho e características de carcaça de coelhos alimentados com rações contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra. *Revista da Sociedade de Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p.1311-1320, 2003.
- BARBOSA, J. G. et al. Efeitos da inclusão da levedura seca ( *Saccharomyces cerevisiae*) sobre a carcaça e na composição da carne de coelhos . *Revista Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 51-58, 2007.
- BUTTERFIELD. Developmental growth and body weight loss of cattle. Dissected components of the commercially dressed carcass, following anatomical boundaries. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 4, n. 673, 1988.
- CABALLERO, E. F.; GONZALEZ, E. A.; BARRERA, E. M. et al. Valor alimenticio de la levadura torula (*Candida utilis*) en dietas para aves. *Veterinaria Mexico*, v. 24, n. 2, p. 145-147, 1993.
- CARREGAL, R. D. Y FONSECA, T. Z. Substituição parcial e total do farelo de soja pela proteína da levedura seca em rações para coelhos em crescimento. *Revista Sociedade Brasileira Zootecnia*, v.19, p.3, p.197-200,1990.
- CARVALHO, G. J. L.; ABREU, R. D.; CARVALHO, S. R. L. Efeito da raça , sexo e idade sobre parâmetros da carcaça de coelhos (*Oryctologus Cuniculus*) no recôncavo baiano. *Magistra*, v.13, n.2, p.93-98, 2001.
- Compêndio brasileiro de alimentação animal. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos fabricantes de Rações. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 1998.
- CONDE, J., BIART, J. R. Y MARTINEZ, S. *Estudio de caracterización de las levaduras industriales cubanas*. La Habana. Cuba. : Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la caña de Azúcar, 1982.
- CORTEZ, L.; MAGALHAES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. *Revista Brasileira de Energia*, v.2, n. 2, 1992.
- CUNNIF, P. *et al*. Official methods of analysis of AOAC. *International*. Arlington: AOAC International, 1995, v.1, n. 2, p. 5-26.
- 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.
- DE BLAS, J. C.; GARCIA, J.; CARABAÑO, R. Role of fibre in rabbit diets: a review. In: ZOOTECH, 1999, Paris. *Anais...*Paris: v.48, p. 3-13.
- DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. *Feed formulation: Nutrition of the rabbit* .2 ed. Cambridge: de Blas, C.; Wiseman, J. CAB International,2010 . p. 222-232.

DUNCAN, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F test. *Biometrics*, 11: 1.

EGRAN – European Group on Rabbit Nutrition. Harmonization in rabbit nutrition research: recommendations to analyse some basic chemical components of feeds and faeces. In: Workshop from meeting of Madrid, 1999, Madrid. *Document*. Madrid, 1999. 10 p.

EULER A.C.; FERREIRA, W.M.; COELHO C. C. G. M. et al. Avaliação nutricional da levedura torula (*Candida utilis*) para a alimentação de coelhos . In: ZOOTEC, 2008, João Pessoa . *Anais...* João Pessoa: Zootec.

FARIA H. G.; FERREIRA, W. M.; SCAPINELLO, C. et al. Efeito da utilização de dietas simplificadas, à base de forragem, sobre a digestibilidade e o desempenho de coelhos Nova Zelândia. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.37, n.10, p.1797-1801, 2008.

FERREIRA, W. M.; COELHO, C. C. G. M.; BAPTISTA, D. M. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de coelhos alimentados com dietas semi simplificadas com e sem a adição de vinhaça . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. *Anais...*: SBZ. Salvador, 2010.

GARCIA, G.; GALVEZ, J. F.; DE BLAS, J. C. Effect of substitution of sugarbeet pulp in diets for finishing rabbits on growth performance and on energy and nitrogen efficiency. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 712, p.1823-1830, 1993.

GIDENNE, T.; LEBAS, F. Evolution circadienne du contenu digestif chez lê lapin en corissance Relation avec la caecotrophie. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 3, 1984, Roma. *Proceedings...* Roma: 1984. p. 494-501.

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

JACOB, D. V.; PENZ JUNIOR, A. M.; LEBOUTE, E. M. Efeito de diferentes níveis de proteína sobre o crescimento de coelhos Nova Zelândia branco. Estudo da composição do ganho e avaliação das carcaças. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 21, n. 4, p. 575-584, 1992.

LEDIN, I. Effect of restricted feeding and alimentation on compensatory growth, carcass composition and organ growth in rabbit. *Annales de Zootechnie*, Versailles, v. 22, n.1, p. 11-50, 1984.

LEYVA, C. *Caracterização química da farinha de frutas e folhas de fruta-pão (Artocarpus altilis) e sua utilização na alimentação de galinhas, coelhos e engorda de ovinos*. 2010. 127 p. Tese de Doutorado - Instituto de Ciência Animal. Havana, Cuba.

MACHADO L. C. *Avaliação de dietas simplificadas com base em forragem para coelhas reprodutivas e coelhos em crescimento*. 2006. 60 p. Dissertação (mestrado em nutrição animal) – Programa de pós-graduação. Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MARIBO, H.; SPRING, P. Yeast extract as a protein source for weanling piglets. In: SYMPOSIUM ON VITAMINS AND ADDITIVES IN NUTRITION OF MAN AND ANIMALS, 9, 2003, Jena/ Thuringia, Germany. *Papers*. Jena/ Thuringia: 2003. p.85.

MARRERO, L.; ROMERO, L. Contenido de aminoácidos de la crema de torula liofilizada y levadura torula seca. In: CONFERENCIA DE CIENCIA ANIMAL, VI, 1989, Santa Clara. *Anais...* Santa Clara, 1989. p 86-87.

MIYADA, V. S. *A levedura seca na alimentação de suínos*. Suinocultura. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia - FEALQ, 1990. p. 39

MOREIRA, I.; ANDREATT, F. L.; FURLAN, A. C. et al. Viabilidade da utilização da levadura de recuperação (*Saccharomyces spp.*), seca pelo método spray-dry, na alimentação de leitões em fase de creche. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 27, n.319, 1998.

NOFAL R, Y.; TOTH, S.; VIRAG, G. Y. Carcass traits of purebred and crossbred rabbits. *Word Rabbits Science*, v. 3, n. 4, p. 167-170, 1995.

PASCUAL, J.J.; FONFRIA, M.J.; ALQUEDA, I. et al. Use of lucerne-based diet on reproductive rabbit does. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 7, 1999, Madrid. *Proceedings...* Madrid : 1999 .p.352-358.

PILOTO, J. L ; MACIAS, M. Studies on the chemical composition of Cuban torula yeast grown on sugar cane molasses or residues from vinasses. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, v.12, n.111, 2005.

RODRÍGUEZ, B.; LEZCANO, P.; VALDIVIÉ, M.I; CÁRDENAS, M. La levadura torula de vinazas, una alternativa para la sustitución de proteína en la dieta de gallinas ponedoras. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE AZÚCAR Y DERIVADOS DE LA CAÑA, X, 2008, Havana. *Memorias Diversificación*. 2008: La Habana ISBN 978-959-7165-16-3, 2008.

RODRÍGUEZ, B.; MORA, L.M.; EULER, A.C.; et al. Energia metabolizável e digestibilidade da levadura torula (*Candida utilis*) de vinhaça para as aves. In: LATIN AMERICAN POULTRY CONGRESS, XXII, 2011, Buenos Aires. *Anais...* : Instituto de Ciencia Animal, 2011.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada a experimentação animal. 3 ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2010. 264p.

SAURA, G. L.; OTERO, M. A.; MARTÍNEZ, J. A.; GARRIDO, N. C. et al. Producción de levadura forrajera a partir de vinazas de destilerías, una opción ambiental. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE AZÚCAR Y DERIVADOS, X, 2008, Havana. *Memorias*. La Habana, Cuba, 2008.

SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT User's guide. Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I. MURAKAMI, A. et al. Utilização da levadura de recuperação (*Saccharomyces spp*), seca “pelo método spray-dry para coelhos em crescimento. *Revista Unimar, Brasil*, v. 18, n.3, p. 587-598, 2006.

SISVAR, Versão 5.0, DEX/UFLA, Lavras, MG, 2007.

SUPERCRAC. Ração de custo mínimo. 2000. (Versão 1.02 windows.TD Software).

VALDIVIÉ, M. Utilización de la levadura torula, harina de colza y harina de girasol en las dietas para pollos de engorde. 1976. Tese de doutorado - Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, v.46, p.829-835,1963.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed and its application to forrages. *Journal of Dairy Science*, v.26, n.1, p.119-128,1967.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597,1991.

YOUSRI, R.F. Single cell protein: its potential use for animal and human nutrition. *World Review of Animal Production*, Rome, v.18, n. 2, p. 49-67, 1982.

XICCATO, G.; CARAZZOLO, A.; CERVERA, C.; FALCÃO E CUNHA, L.; GIDENNE, T.; MAERTENS, L.; PEREZ, J.M.; VILLAMIDE, M.J. European ring-test on the chemical analyses of feed and feces: influence on the calculation of nutrient digestibility in rabbits. In: *WORLD RABBIT CONGRESS*, 6, 1996, Toulouse, France Proceedings...Toulouse, AFC, v.1, p. 293-297, 1996.

## CAPÍTULO III

### EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS E VALOR NUTRICIONAL DA TORULA (*Candida utilis*) PARA COELHOS (*Oryctolagus cuniculus*)

#### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a avaliação nutricional das dietas com diferentes níveis de levedura torula de vinhaça (torula) para coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) em crescimento, e sua influência sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. Utilizando-se 32 coelhos Nova Zelândia Branco, de ambos os sexos, foram avaliados quatro níveis de inclusão (controle ou 0%, 5 %, 10% e 15%) da torula em substituição ao farelo de soja. As dietas experimentais foram isoprotéicas e isoenergéticas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições. Este ensaio de digestibilidade determinou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB), bem como o consumo médio diário. Depois de 4 dias de coleta de fezes e medição do consumo de ração, com % de inclusão de 0, 5 , 10 e 15, foram obtidos os valores para o consumo médio diário (113,98; 113,96; 113,22 e 115,07 g/animal/dia), CDMS (71,04; 69,98; 67,79 e 74,08 % ), CDPB ( 80,17; 79,55 ; 75,10 e 78,47 % ), CDFDN ( 66,85; 65,50; 63,31 e 70,12 % ) , CDEE (77,83; 76,46; 78,36 e 82,07%) e CDEB (71,04; 69,98; 68,37 e 73,82%) , respectivamente. Após análise estatística, os resultados obtidos indicaram que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para o consumo e os coeficientes de digestibilidade estudados nos níveis de inclusão testados, e que a inclusão da torula em até 15% não afetou a digestibilidade das dietas para coelhos em crescimento. Também foi determinada a energia digestível (ED) e a proteína digestível (PD) do alimento teste por dois métodos diferentes (Matterson *et al.*1965) e (Villamide,1995) . Os valores estimados de ED (kcal/kg) da torula foram de 4212,74, quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.* (1965) , e de 4253,90 , quando utilizada a de Villamide (1995) .Os valores estimados de PD (g/kg MS) da torula foi de 121,7, quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.*(1965) , e de 119,9 quando utilizada a de Villamide(1995) .

**Palavras- chave:** alimento, cunicultura, digestibilidade, torula

## ABSTRACT

This study aimed to make a nutritional evaluation of diets with different levels of vinasse torula yeast (torula) for growing rabbits (*Oryctolagus cuniculus*), and its influence on apparent digestibility of nutrients. Using 32 New Zealand White rabbits of both sexes were evaluated four levels (control or 0%, 5%, 10% and 15%) of torula replacing the soybean. The experimental diets were isocaloric and isoproteics. The experimental design was completely randomized with four treatments and eight replications. This test determined the digestibility coefficients of dry matter digestibility (CDMS), crude protein (CDPB), neutral detergent fiber (CDFDN), ethereal extract (CDEE) and gross energy (CDEB), and the average consumption daily. After 4 days of fecal collection and measurement of food intake, with the inclusion of 0%, 5, 10 and 15, values were obtained for the average daily consumption (113.98, 113.96, 113.22 and 115.07 gr / animal / day), CDMS (71.04; 69.98, 67.79 and 74.08%), CDPB (80.17, 79.55, 75.10 and 78.47%), CDFDN ( 66.85, 65.50, 63.31 and 70.12%), CDEE (77.83, 76.46, 78.36 and 82.07%) and CDEB (71.04, 69.98; 68 37 and 73.82%), respectively. After statistical analysis, the results showed no significant effect ( $P > 0.05$ ) for intake and digestibility studies in inclusion levels tested, and that the inclusion of torula up to 15% did not affect the digestibility of diets for growing rabbits. It was also determined the digestible energy (ED) and digestible protein (PD) of food testing by two different methods (Matterson et al.; 1965) e (Villamide, 1995). The estimated values of ED (kcal / kg) of torula were 4212.74, when the methodology of Matterson et al. (1965) was used, and 4253.90, when used Villamide (1995). Estimated values of PD (g/kg MS) of torula was 121.7, when using the methodology of Matterson et al. (1965), and 119.9 when used Villamide (1995).

**Key-words:** food, rabbits, digestibility, torula

## 1. INTRODUÇÃO

A cunicultura é uma atividade de baixo custo, em que, além da produtividade, ciclo curto de produção e prolificidade dos animais, existe a possibilidade de se empregar alimentos não convencionais, devido as características digestivas dos coelhos. Apesar da barreira cultural existente no Brasil para o consumo de carne de coelho, este é um quadro reversível, e a exploração cunícola, se incentivada, pode contribuir para a segurança alimentar da população.

A torula é um alimento alternativo e proteico e sua matéria prima, a vinhaça, não é utilizada na nutrição humana.

Sendo assim é importante estudar alimentos que não competem com o homem, sempre alvo de críticas de entidades internacionais. Hoje cerca de 80% da produção nacional de milho é destinada a formulação de ração animal, sendo este o ingrediente de maior participação nas rações (Butollo, 2002). Não seria exagero afirmar que animais de produção, como vacas, aves e suínos, em criações tecnificadas e que prezam pela nutrição animal, são mais bem alimentados do que muitas pessoas situadas na linha de pobreza e exclusão social, e este fato ocorre em todas as regiões e bolsões de miséria e desnutrição existentes no planeta, inclusive no Brasil.

Estudos de alimentos substitutos da soja e milho são de extrema importância para a redução de custos e diversificação das estratégias nutricionais, relevantes em épocas de altas nos preços das *commodities*, muito susceptíveis a variações do mercado internacional. Além disso, já são observados embargos de consumidores a produtos de origem animal no exterior que utilizam a soja cultivada em áreas de preservação ambiental, como na Amazônia, para alimentação de rebanhos: é o chamado consumo consciente (Nogueira, 2007).

A produção animal moderna tem se tornado cada vez mais complexa, modificando os padrões na alimentação (Euler, 2009). E para produzir, o fator nutrição é fundamental. A composição química é o passo inicial para se avaliar a qualidade do alimento, porém o valor nutritivo não depende apenas da quantidade dos princípios nutritivos que ele contém, mas sim da disponibilidade dos nutrientes para o animal ou digestibilidade.

Para uma avaliação nutricional de dietas, faz-se necessário o conhecimento da quantidade dos nutrientes e energia presentes que será utilizado pelo animal, informação que é obtida através de ensaios de digestibilidade (Coelho, 2008). Neste sentido, estes ensaios tornaram-se um instrumento muito útil na avaliação de alimentos ou dietas, já que o valor nutritivo está diretamente relacionado com a digestibilidade dos princípios nutritivos.

No caso dos coelhos, os ensaios de digestibilidade se aperfeiçoaram e padronizaram na década de 90 (Pérez *et al.*, 1995), como um reflexo da expansão comercial da cunicultura no continente europeu. Para determinação do valor nutritivo dos alimentos e/ou dietas por meio de ensaio de digestibilidade *in vivo*, para coelhos, a metodologia clássica consiste em alojar animais em gaiolas de metabolismo que permitam o controle do alimento consumido e a coleta de fezes em separado da urina. Este é o método mais preciso. Após um período de adaptação às rações e às gaiolas, as quantidades de alimento ingerido e fezes excretadas de cada animal são medidas durante um período denominado de coleta e a composição química

dos alimentos, das sobras e das fezes coletadas é, em seguida, utilizada para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparentes para cada animal (Scapinello *et al.* 2005).

Pelos antecedentes bibliográficos, sabe-se que a torula de vinhaça, que ainda não é produzida no Brasil, apesar do potencial existente, tem sido pouco estudada em coelhos, de modo que o objetivo deste trabalho foi avaliar as dietas com a torula, determinar e comparar a digestibilidade aparente das mesmas, bem como o aporte de energia e proteína deste produto quando usado em até 15% de nível de substituição do farelo de soja.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este ensaio de digestibilidade *in vivo* foi realizado na última semana do ensaio de desempenho, quando os animais apresentavam 65 dias de idade. As dietas continuaram sendo as mesmas oferecidas, e as condições experimentais mantiveram-se inalteradas. As tabelas 4 e 5, já apresentadas no capítulo II, mostram o nível de inclusão de cada matéria prima por tratamento, o aporte nutritivo da dieta basal, os valores analisados para MS, PB, FDN, FDA, EB, EE, cinzas, cálcio e fósforo, e os valores calculados para ED e PD, em g/kg da matéria seca das 4 rações utilizadas.

A tabela 6 (capítulo II) mostra a composição da torula utilizada, que foi a mesma em todos os experimentos desta pesquisa. Sua concentração de proteína e energia bruta, a princípio, já a credencia como um ingrediente potencialmente utilizável na formulação de dietas para coelhos.

Foram testadas uma dieta referência e outras três formuladas a partir da inclusão de 5, 10 e 15 % da levedura torula aos macros ingredientes da dieta referência. Os micro ingredientes foram mantidos nas mesmas quantidades sugeridas para a dieta referência. As rações foram oferecidas *ad libitum*.

Foram mensurados o consumo individual de ração e a produção fecal durante esta fase experimental (quatro dias), sendo realizadas medições diárias das quantidades de ração fornecida e das sobras no comedouro.

Não se evitou a cecotrófagia, e os cecotrófos eventualmente encontrados nas bandejas foram pesados e incorporados às fezes duras para análises. Foi evitada a contaminação das fezes pela ração, retirando-as e descontando da ração ingerida.



Foto 5 - Gaiolas individuais de arame, medindo 0,6×0,6×0,37 m, equipadas com bebedouros automáticos, coletores de fezes e comedouros.

Fonte: Arquivo pessoal.



Foto 6 e 7- Comedouros com ração e fezes retidas, abaixo do piso

Fonte: Arquivo pessoal.



Foto 8 e 9 - Procedimentos de coleta e amostragem das fezes.

Fonte: Arquivo pessoal.



Foto 10 - O experimento foi realizado nas dependências do Laboratório de Metabolismo animal (LAMA/EV/UFMG). Observar sistema de anteparos telados sob o piso das gaiolas, para coleta de fezes (2011).

Fonte: Felipe Norberto.

Foram utilizados os mesmos 64 coelhos Nova Zelândia Branco do experimento de desempenho. Os animais já se encontravam alojados e adaptados. Foram selecionados oito animais de cada tratamento, de forma aleatória, e as amostras de fezes destes 32 animais é que foram coletadas e analisadas no laboratório.

O planejamento estatístico foi estruturado pelas características da resposta estudada e das condições de amostragem e infraestrutura disponíveis, e foi definido um delineamento experimental, que permitiu a análise e comparação subsequente das médias, para a consecução dos objetivos propostos neste experimento (Sampaio, 2010). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito animais por tratamento, sendo cada unidade experimental constituída de um animal alojado.

O cálculo das dietas foi feito utilizando um programa linear para rações de custo mínimo, SUPERCRAAC (2010), que foram isocalóricas e isoprotéicas para as fases de crescimento, com base nas exigências nutricionais de coelhos.

A prova de digestibilidade constou de um período experimental de quatro dias para controle de consumo e coleta de fezes duras. Durante esses dias as fezes foram coletadas em sacos plásticos, pela manhã, retirando-se os pêlos, sendo armazenadas em freezer a  $-10^{\circ}$  Celsius até o fim das coletas. Posteriormente as fezes foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFMG, onde foram resfriadas, homogeneizadas, pesadas, secas em estufas de ventilação forçada a  $55^{\circ}$  Celsius por 72 horas, a fim de promover a pré-secagem e determinar o peso da amostra seca ao ar.

Após a secagem as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e, acondicionadas em frascos de plástico para posteriores análises.

As fezes coletadas de cada coelho no período experimental foram descongeladas utilizando-se uma bandeja de aproximadamente 25 x 30 cm. A MS foi obtida em duas etapas sucessivas, a primeira consistiu em submeter a amostra em estufa de ventilação forçada à temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, e na segunda uma parte significativa das fezes secas foram desidratadas por outras 24 horas em estufa à temperatura de  $103^{\circ}\text{C}$ . Em cada passo foram

pesados os recipientes com ou sem amostra conforme o descrito para alimentos com precisão mínima de +/- 0,01 g.

A MS excretada foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\text{MS}_{\text{TOTAL EXCRETADA}} = (W_1 - T) \times (W_3 - T) / (W_2 - T)$$

Onde:

T = peso da bandeja vazia;

W<sub>1</sub> = peso da bandeja + total de fezes secadas a 80°C;

W<sub>2</sub> = peso da bandeja + fezes restantes secadas a 80°C e colocadas em estufa a 103°C;

W<sub>3</sub> = peso da bandeja + fezes que foram secadas a 103°C.

O consumo médio diário (CMD) foi obtido através de pesagem no início do experimento e ao final do teste das sobras, uma vez que a quantidade fornecida era conhecida.

$$\text{CMD (g)} = \text{Consumo (g)} - (\text{sobra} + \text{desperdício}) \text{ (g)}$$

A preparação das amostras de alimentos (ou dietas) e fezes, assim como, as análises químicas foram efetuadas de acordo com a metodologia proposta pelo EGRAN (1999).

Nas fezes as análises realizadas foram matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), cálcio (Ca) e fósforo (P) e fibra em detergente ácido (FDA), sendo que esta última análise foi efetuada apenas nas amostras das rações e da torula (tabela 6).

As análises seguiram a metodologia sugerida pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (1998), conforme os procedimentos já descritos no experimento 1, capítulo II.

Após as análises das fezes calcularam-se os coeficientes de digestibilidade (CD) dos nutrientes das dietas, para determinar os valores de digestibilidade aparente das rações com diferentes níveis de torula.

Foram calculados os coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), matéria mineral (CDMM), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE) e fibra detergente neutro (CDFDN), utilizando a equação sugerida por Schneider e Flatt (1975).

$$\text{CD do Nutriente (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido (g)} - \text{Nutriente das fezes (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão com modelo pré-definido mediante o programa estatístico pelo software SISVAR (2007), usando o GLM - Modelo Linear Geral (SAS, 1990), e para as comparações de medias pertinentes o teste de Tukey (1953) ao nível de 5% de probabilidade. Para as regressões foi usado no SAS o PROC REG.

Para obtenção dos valores de energia digestível (ED) das quatro rações, o correspondente CDEB foi multiplicado pelo valor de energia bruta obtida de cada dieta. O mesmo cálculo foi efetuado para a proteína digestível (PD) das dietas:

$$ED \text{ (kcal/kg)} = EB \text{ da dieta (kcal/kg)} \times CDEB \text{ da dieta (\%)}$$

$$PD \text{ (g/kg MS)} = PB \text{ da dieta (g/kg MS)} \times CDPB \text{ da dieta (\%)}$$

Foram estimados os valores de energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) da torula, conforme metodologias a seguir:

## 2.1 Avaliação da levedura torula de vinhaça (alimento teste) utilizada nas dietas

Os cálculos para estimativa da ED e PD da torula foram efetuados segundo Villamide (1995) e Matterson *et al.* (1965).

Metodologia de cálculo:

Cálculo da ED do alimento teste segundo a equação de Matterson *et al.* (1965):

$$ED \ t \text{ (kcal/kg)} = ED \ db + \frac{ED \ dt - ED \ db}{P}$$

Onde:

ED *db* = ED da dieta basal (0% ; kcal/kg da MS)

ED *dt* = ED das dietas teste (5%,10%,15% ; kcal/kg da MS)

P = porcentagem de substituição do alimento teste

Cálculo da PD do alimento teste segundo a equação de Matterson *et al.* (1965):

$$PD \ t \text{ (g/kg MS)} = PD \ db + \frac{PD \ dt - PD \ db}{P}$$

Onde:

PD *db* = PD da dieta basal (0% ; g/kg MS)

PD *dt* = PD das dietas teste (5%,10%,15% ; g/kg MS )

P = porcentagem de substituição do alimento teste

Cálculo da ED do alimento teste pelo método de substituição segundo Villamide (1995):

$$ED \ t = \frac{ED \ dt - (1 - P) ED \ db}{P}$$

Onde:

ED *dt* = ED das dietas teste (5%, 10% e 15%; kcal/kg da MS)

ED *db* = ED da dieta basal (0%; kcal/kg da MS)

P = índice de substituição do alimento teste na dieta basal corrigido para diferença do teor de MS do alimento teste para a dieta basal

Cálculo da PD do alimento teste pelo método de substituição segundo Villamide (1995):

$$PD\ t = \frac{PD\ dt - (1 - P) PD\ db}{P}$$

Onde:

PD *dt* = ED das dietas teste (5%, 10% e 15%; g/kg da MS)

PD *db* = PD da dieta basal (0%; g/kg MS)

P = índice de substituição do alimento teste na dieta basal corrigido para diferença do teor de MS do alimento teste para a dieta basal

Desta forma, Villamide (2001) observou a necessidade desta correção para minimizar os erros experimentais, utilizando não 15%, e sim um pouco menos, já que a torula tem uma MS diferente da dieta basal na qual ela participa, neste caso menor. Se o ingrediente teste possuir MS superior, o valor final será um pouco maior que o nível absoluto de inclusão.

Esta correção é o que a metodologia de cálculo de Villamide (1995) propõe de diferença com o Matterson *et al.* (1965), e por isto foram utilizadas as duas fórmulas para demonstrar os resultados distintos.

A pesquisa ressalta que a fórmula corrigida de Villamide considera a correção, e não seria 15% de inclusão, e sim 14,42%.

No quadro a seguir demonstra-se o cálculo da correção do nível de inclusão feito para a fórmula de Villamide (1995):

Tabela 10 - Cálculo da correção do nível de inclusão para aplicação da fórmula de Villamide.

	Dieta basal	Dieta teste	Nível de inclusão corrigido(%)
Dieta basal	100 X 0,8971 = 89,71	85 % x 0,89 = 75,65	75,65 /88,40=0,8558 x 100 = 85,58 %
Ingrediente (torula)	0 X 0,8588 = 0	15% x 0,85 = 12,75	12,75/88,40= 0,1442 X 100 = 14,42 %
MS Total	89,71	88,40	100

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela a seguir mostra os resultados obtidos para consumo e coeficientes de digestibilidade aparente.

Tabela 11 - Consumo médio diário (CMD em gramas) e coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) das dietas.

	CMD	CDMS	CDPB	CDFDN	CDEE	CDEB
0%	113,98	71,04	80,17	66,85	77,83	71,04
5%	113,96	69,98	79,55	65,50	76,46	69,98
10%	113,22	67,79	75,10	63,31	78,36	68,37
15%	115,07	74,08	78,47	70,12	82,07	73,82
Média	114,06	70,73	78,32	66,45	78,91	70,80
CV (%)	14,18	6,54	4,98	12,84	8,20	6,79

CV = coeficiente de variação

*Não houve efeito significativo pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).*

Os valores foram submetidos ao teste de Tukey (1953), que mostrou que a substituição não influenciou significativamente ( $P > 0,05$ ) sobre nenhum dos coeficientes de digestibilidade estudados, evidenciando que a inclusão de até 15% da torula não afetou a digestibilidade dos princípios nutritivos das dietas e o consumo médio diário (CMD).

Chaudhary *et al.* (1994) avaliaram o efeito da administração de levedura *Saccharomyces cerevisiae* sobre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das dietas experimentais em coelhos e não encontraram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) para os parâmetros avaliados, e a presente pesquisa concordou com os dados destes autores.

Neste ensaio de digestibilidade foram observadas CDMS e CDPB menores que os encontrados por Pezzato *et al.* (2002) para farelo de soja e farinha de peixes (91,56% e 78,55%).

A figura abaixo ilustra o comportamento dos CD estudados com o progressivo nível de inclusão:

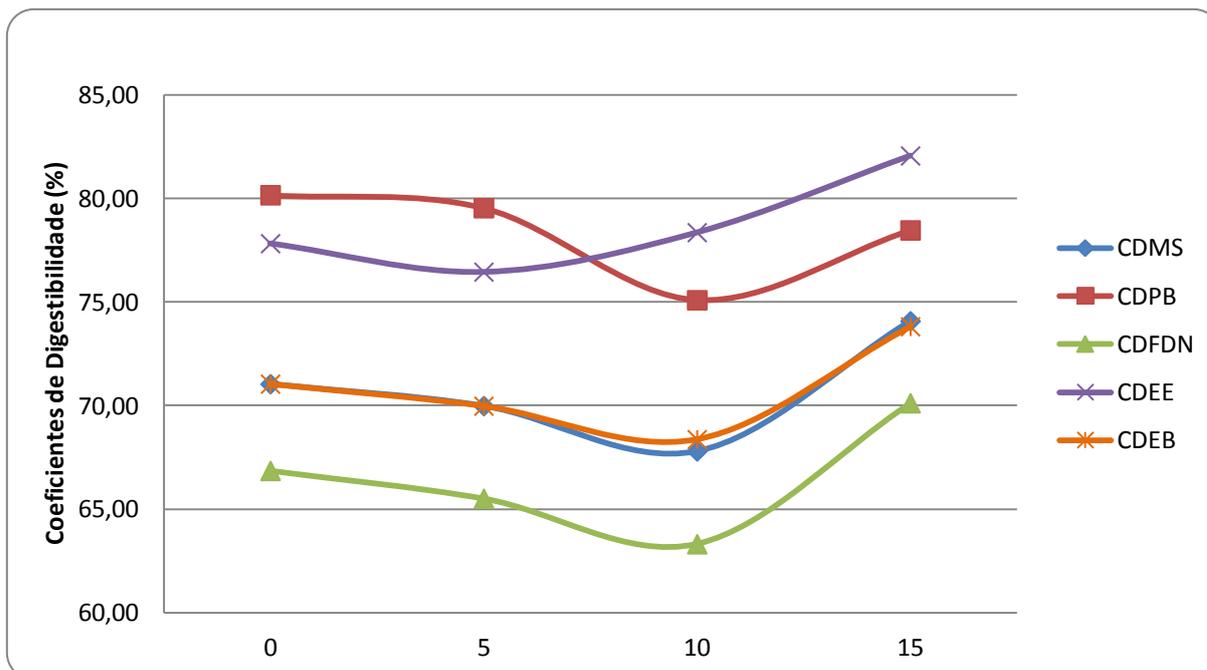


Figura 2 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB), segundo diferentes níveis de inclusão de torula.

Observa-se que no nível de 10% de inclusão, houve uma pequena queda geral nas curvas dos valores, exceto CDEE, e que se recuperaram com o nível de 15%. Com exceção do CDPB, os demais alcançaram em 15% valores ligeiramente superiores ao nível de 0% de torula (dieta basal), indicando uma melhora na digestibilidade geral da dieta, com o nível máximo testado. Pode-se inferir que seja uma tendência, mas que precisaria ser confirmada em outros estudos.

Coelho *et al.* (2008), ao avaliarem os CDMS e CDPB de cinco dietas com diferentes níveis de inclusão de levedura torula (*Cândida utilis*) (controle; 5; 10; 15; 20%), com 40 coelhos Nova Zelândia Branco, não encontraram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) para o CDMS, concordando com os dados obtidos. Já para o CDPB, observaram que no nível de 20% de inclusão da levedura torula apresentou uma redução ( $p < 0,05$ ) no coeficiente de digestibilidade em relação a dieta referência e os níveis de 10 e 15% de inclusão apresentaram valores intermediários, semelhantes estatisticamente aos valores mais elevados encontrados para a dieta controle e a dieta com 5% de inclusão. Os mesmos autores encontraram valores médios de CDMS (58,02%) e de CDPB (73,44%) inferiores aos obtidos neste experimento (Coelho *et al.*, 2008).

Euler *et al.* (2008), avaliando nutricionalmente a levedura torula para a alimentação de coelhos concluíram que o nível de 5% de inclusão da levedura torula apresentou maior ( $p < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade para o alimento nas variáveis estudadas, ocorrendo uma redução progressiva dos coeficientes de digestibilidade para os demais níveis de inclusão, diferindo dos dados não significativos ( $p > 0,05$ ) obtidos neste trabalho. Os valores encontrados para CDMS (71,87%), CDPB (67,74%) e CDEB (63,13%) por estes autores para o nível de 5% foram todos inferiores aos obtidos no presente experimento em todos os níveis de inclusão praticados.

A partir da obtenção dos valores de CDEB e CDPB, e de posse das quantidades de EB e PB das dietas, foi possível determinar os valores de energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) dos quatro tratamentos, apresentados na tabela a seguir:

Tabela 12 - Valores obtidos para proteína digestível (PD) e energia digestível (ED), em percentual da matéria natural das rações utilizadas

Princípio Nutritivo	%, base matéria natural				Média
	0%	5%	10%	15%	
Matéria seca,%	89,71	90,02	89,11	89,71	89,64
Proteína Digestível, g/kg MS	149,3	148,3	131,6	143,3	143,1
Energia digestível, kcal/kg	2861,34	2833,37	2760,72	2999,02	2863,61

Arruda *et al.* (2002), estudando a digestibilidade da proteína e da energia em rações peletizadas contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra (feno de alfafa ou casca de soja) para coelhos em crescimento encontraram valores de PD (11,65%) e de ED ( 2674,0 kcal/kg ) das dietas inferiores aos resultados deste experimento.

Ferreira *et al.*(2010), avaliando nutricionalmente dietas semi simplificas com e sem adição de vinhaça para coelhos em crescimento encontraram valor médio de ED igual a 2254,14 kcal/kg , inferior ao do presente experimento, e de PD igual a 15,47 % , superior ao valor médio obtido nesta pesquisa, para as dietas. Vale destacar que todas as 4 rações usadas por estes autores continham em média 29,12 % de farelo de soja. Os resultados por eles obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente não sofreram influência nem das qualidades dos fenos e nem da vinhaça, com exceção da matéria mineral.

É importante na experimentação animal procurar identificar e reduzir ao máximo os erros experimentais que se acumulam durante o processo da pesquisa, e que mesmo que sejam pequenos, se somados, ao final, significam importante perda de acurácia. Um destes erros identificados está no cálculo da PD e ED do alimento teste. Na valiação da torula, ficou demonstrado que a diferença nos valores de ED e PD da torula obtidos pelas fórmulas de Matterson *et al.* (1965) e Villamide (1995) , está no valor de substituição, pois, 15 % é o valor usado em Matterson *et al.* (1965), e na fórmula de Villamide (1995) há que fazer uma correção para saber a nova porcentagem considerando que a torula tem uma MS menor (85,88%, tabela 6) que a da dieta basal (89,71% ou 897,1 g/kg MS, tabela 5).

Os resultados obtidos segundo as duas fórmulas são exibidos na tabela a seguir:

Tabela 13 - Valores de PD (g/kg MS ) e ED ( kcal/kg) do alimento teste ( torula) calculados por duas metodologias

	Matterson et. al (1965)	Villamide (1995)
PD, g/kg MS	121,7	119,9
ED, kcal/kg MS	4212,74	4253,90

Os resultados demonstraram o que a Villamide (1995) propõe de diferença com Matterson, e por isto foram utilizadas as duas fórmulas para demonstrar os resultados distintos. A pesquisa ressalta que a fórmula corrigida de Villamide é mais adequada em certas circunstâncias, e não seria 15 % o valor do nível de inclusão, e sim 14,42 %.

Não foram encontrados dados de pesquisas com coelhos que mostrassem valores de ED para a torula, apenas das dietas com torula, impossibilitando uma comparação direta de valores com outros autores. No entanto, Faria *et al.* (2000), estudando o valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces sp*), seca por rolo rotativo ou por “*Spray-Dry*”, para coelhos em crescimento, encontrou valores de PD igual a 18,25% e 25,22% , respectivamente, portanto bem superiores a presente pesquisa , e de ED (kcal/kg MS) igual a 3248 e 3859, inferiores porém próximos aos obtidos neste experimento.

A análise de regressão sobre os dados revelou que o modelo quadrático foi significativo ( $p > 0,05$ ), apresentando-se com boa capacidade de predição dos principais princípios nutritivos estudados, e as equações obtidas são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 14 - Equações de regressão da digestibilidade para CDMS, CDPB, CDFDN, CDEE e CDEB das dietas.

	Equação	R <sup>2</sup> (%) <sup>1</sup>
CDMS	$Y = 71,5214 - 0,9632X + 0,0735X^2$	77,51
CDPB	$Y = 80,7663 - 0,7913X + 0,0400X^2$	55,81
CDFDN	$Y = 67,3442 - 1,0719X + 0,0816X^2$	80,08
CDEE	$Y = 78,6455 - 0,6660X + 0,0601X^2$	98,22
CDEB	$Y = 71,4240 - 0,8429X + 0,0651X^2$	81,65

Fonte: SISVAR (2007).

1 R<sup>2</sup> (%) – Coeficiente de determinação

O objetivo de gerar estas equações foi o de estimar valores de digestibilidades dos princípios estudados para além dos níveis de inclusão experimentados. Deve-se considerar os valores de R<sup>2</sup> das equações. Segundo Sampaio (2010), quando R<sup>2</sup> for alto, o modelo fará melhores estimativas e será adequado aos pontos observados por que sendo os desvios pequenos, esses pontos estarão em consonância com o modelo proposto, sempre em seu entorno, como foi o caso neste experimento com o CDEE, CDFDN e CDEB. Por outro lado, um R<sup>2</sup> reduzido, não permite estimativas confiáveis, quer pela alta variabilidade da resposta medida (então uma variável muito instável) ou pelo fato do modelo testado não ser adequado a dispersão de resultados observados, como foi observado nesta pesquisa com CDPB. Já o CDMS apresentou confiabilidade razoável.

#### **4. CONCLUSÕES**

Nas condições em que foi realizada a presente pesquisa, pode-se concluir que os níveis de inclusão da levedura torula testados não interferiram nos coeficientes de digestibilidade estudados e no consumo diário de coelhos Nova Zelândia Branco em crescimento, e que se pode utilizar até 15% de inclusão de torula em dietas peletizadas, em substituição ao farelo de soja, sem alterar a digestibilidade dos princípios nutritivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Compêndio brasileiro de alimentação animal. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos fabricantes de Rações. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 1998.

BUTOLO, J. E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 2002. 430p.

CHAUDHARY, L. C.; SINGH, R.; KAMRA, D. N.; PATHAK, N. N. Effect of oral administration of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on digestibility and growth performance of rabbits fed diets of different fibre content. *World Rabbit Science*, v. 3, n. 1, p.15-18, 1995.

COELHO, C. C. G. M.; EULER, A.C.; FERREIRA, W. M. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta de dietas com diferentes níveis de inclusão de levedura torula (*Candida utilis*) para coelhos Nova Zelândia Branco . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 18, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB/ABZ, 2008.

COELHO, C. C. G. M.; EULER, A.C.; FERREIRA, W. M. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia digestível de dietas com inclusão de levedura torula (*Candida utilis*) para coelhos Nova Zelândia Branco . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA , 18, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB/ABZ, 2008.

EGRAN – European Group on Rabbit Nutrition. Harmonization in rabbit nutrition research: recommendations to analyse some basic chemical components of feeds and faeces. In: WORKSHOP FROM MEETING OF MADRID, 1999, Madrid. *Document*. Madrid, 1999. 10 p.

EULER A. C.; FERREIRA, W. M.; COELHO C. C. G. M. et al. Avaliação nutricional da levedura torula (*Candida utilis*) para a alimentação de coelhos . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Zootec.

EULER, A. C. C. *Utilização digestiva, metodologias de avaliação “in vitro” de dietas e caracterização da microbiota cecal em coelhos suplementados com Lithothamnium*. 2009. 78f. Tese (doutorado em zootecnia na área de nutrição animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte , 2009.

FARIA H.G.; SCAPINELLO C.; FURLAN, A.C.; MOREIRA I., 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, W. M.; EULER, A. C; TEIXEIRA, E. A. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta de dietas com inclusão de farinha de alga marinhas (*Lythothamnium sp.*) para coelhos Nova Zelândia Branco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27, 2007. Londrina. *Anais...* Londrina: Congresso Brasileiro de Zootecnia, [2007] (CD-ROM).

FERREIRA, W.M.; COELHO, C. C. G. M.; Baptista D. M. *et al.* Avaliação nutricional de dietas semi simplificas com e sem adição de vinhaça para coelhos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA , 47, 2010. Salvador. *Anais...* Salvador : SBZ , 2010. Salvador UFBA 2010.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N.W. *et al.* The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Reserch Report* .v.7 , n.1, p. 3-11,1965 .

NOGUEIRA P. Mude a sua dieta e salve a Amazônia. *Revista Galileu*, n.193, p.50-55, 2007.

PÉREZ. J.M.; LEBAS, F.; GIDENNE, T. *et al.* European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*, v.3, n.1, p. 41-43, 1995.

PEZZATO, L. E., MIRANDA, E. C., BARROS, M. M. *et al.* 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

RODRÍGUEZ, B.; MORA , L.M.; EULER, A.C. *et al.* Energia metabolizável e digestibilidade da levedura torula (*Candida utilis*) de vinhaça para as aves . In: LATIN AMERICAN POULTRY CONGRESS , 22 , 2011, Buenos Aires. *Anais...* Buenos Aires. Instituto de Ciência Animal, 2011.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada a experimentação animal. 3 ed. Belo Horizonte : Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2010. 264p.

SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT User's guide. Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C.; GIDENNE T. Importância da padronização de metodologias e técnicas experimentais para avaliação de alimentos em coelhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. *Anais ...* Goiânia: SBZ, 2005.

SCHNEIDER, B. A.; FLATT, W. P. *The evaluation of feeds through digestibility experiences*. Athens: The University of Georgia, 1975. 423p.

SISVAR, Versão 5.0, DEX/UFLA, Lavras, MG, 2007.

SUPERCAC. Ração de custo mínimo. 2000. (Versão 1.02 windows.TD Software).

TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; CREPALDI, D. V. *et al.* Avaliação nutricional da levedura torula (*Candida utilis*) para alimentação de tilápias (*Oreochromis spp.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 17, 2007, Londrina. *Anais...* Londrina: ZOOTECH [2007] (CD-ROM).

TUKEY, J.W. The problem of multiple comparisons. University of Princeton, brochura, 1953.

VILLAMIDE, M. J. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Animal Feed Science Technology*, v. 57, n.4 : p.211-223, 1995.

VILLAMIDE M. J.; MARTENS L.; CERVERA C. et al. A critical approach of the calculation procedures to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Science*, v.9, p. 19-25, 2001.

## CAPÍTULO IV

### EXPERIMENTO 3: DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS E VALOR NUTRICIONAL DA TORULA (*Candida utilis*) PARA CUTIAS (*Dasyprocta spp.*).

#### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a avaliação nutricional da dieta com 30% de nível inclusão de levedura torula seca de vinhaça (torula) para cutias em manutenção, e sua influência sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. Utilizando-se 20 cutias (*Dasyprocta spp.*), animal da fauna silvestre brasileira, de ambos os sexos, foi avaliado o nível de inclusão (controle ou 0% e 30 %) da torula em substituição a ração controle. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e dez repetições. Este ensaio de digestibilidade determinou os coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra detergente neutro (CDFDN), do extrato etéreo (CDEE), da matéria orgânica (CDMO), da matéria mineral (CDMM) e da energia bruta (CDEB), bem como o consumo médio diário (CMD). Depois de quatro dias de coleta de fezes e controle do consumo de ração, para as dietas basal e a com torula, respectivamente, foram obtidos os resultados para consumo médio diário (84,48 e 90,48 g/animal/dia), CDMS (67,62 e 67,06 %) , CDPB ( 71,12 e 68,19 %) , CDFDN ( 72,70 e 69,89 %) , CDMM ( 36,27 e 33,16 %) e CDMO ( 70,52 e 70,27 %) , e que submetidos a análise estatística não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) , enquanto que os resultados para CDEE ( 63,39 e 48,04 %) e CDEB (68,00 e 63,73 %) diferiram significativamente ( $P<0,05$ ). O tratamento com torula foi bem consumido e a maioria dos coeficientes estudados não foram afetados pela inclusão do produto, o que demonstra ser esta levedura de vinhaça um produto adequado para ser usado como ingrediente protéico de rações para cutias em manutenção. Também foi determinada a energia digestível (ED) e a proteína digestível (PD) da torula (alimento teste) por dois métodos diferentes (Matterson et al.;1965) e (Villamide,1995) . Os valores estimados de ED (kcal/kg) da torula foram de 1714,22, quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.*(1965) , e de 1663,69 , quando utilizada a de Villamide (1995). Os valores estimados de PD (g/kg MS) da torula foi de 259,1,quando utilizada a metodologia de Matterson *et al.*(1965) , e de 263,2, quando utilizada a de Villamide(1995). O alojamento desta espécie neste sistema intensivo de criação em gaiolas suspensas é possível, não causando problemas aos animais e nem mortalidade, e que a alimentação de cutias exclusivamente com ração peletizada comercial para coelhos permite manter os animais de forma satisfatória e sem comprometer o consumo.

**Palavras-chave:** cutia, digestibilidade, nutriente, torula.

## ABSTRACT

This study aimed to make a nutritional evaluation of the agoutis' maintenance diet with the inclusion of 30% torula dry yeast stillage (torula), studying its influence on apparent digestibility of the nutrients as compared to a control diet with no torula. The experiment used 20 agoutis (*Dasyprocta spp.*), a wildlife brazilian animal, evenly divided between both sexes. The experimental design was completely randomized with two treatments and ten replicates. The digestibility assay determined the digestibility of dry matter (CDMS), crude protein (CDPB), neutral detergent fiber (CDFDN), ethereal extract (CDEE), organic matter (CDMO), mineral matter (CDMM) and gross energy (CDEB) and the average daily consumption (CMD). After four days of fecal collection and control of feed intake, the results obtained, respectively for basal and torula diets were for average daily consumption (84.48 and 90.48 gr / animal / day), CDMS (67.62 and 67.06%), CDPB (71.12 and 68, 19%) CDFDN (72.70 and 69.89%), CDMM (36.27 and 33.16%) and CDMO (70,52 and 70.27%). Subjected to statistical analysis these results showed no significant difference between treatments ( $P>0.05$ ), whereas results for CDEE (63.39 and 48.04%) and CDEB (68, 00 and 63.73%) differed significantly ( $P<0.05$ ). Treatment containing torula was well consumed and the majority of coefficients studied were not affected by its inclusion, demonstrating torula vinasse to be a suitable proteic ingredient in agoutis' maintenance diets digestible energy (ED) and digestible protein (PD) of torula (test food) was also estimated by two different methods (Matterson et al.; 1965) e ( Villamide, 1995). The estimated values of ED (kcal / kg DM) were 1714.22, under the Matterson et al. (1965) methodology and 1663.69, under Villamide (1995). The estimated values of PD (g/kg DM) was 259.1, for the Matterson et al. (1965) methodology and 263.2 for Villamide (1995). Housing this species in intensive rearing system of suspended cages has proven to be possible, not causing problems or mortality to the animals, and that feeding agouti exclusively with commercial pelleted food for rabbits keeps the animals in a satisfactory manner and without compromising feed intake.

**Key-words:** torula, agouti, digestibility, nutrient, yeast, vinasse.

## 1. INTRODUÇÃO

A cutia é um mamífero roedor silvestre que vive nas matas e capoeiras, e que se alimenta de raízes, frutos e sementes caídos das árvores. Pertence a ordem Rodentia, família Dasiproctidae, e seu nome científico é *Dasyprocta spp.* É um roedor de porte grande, cujo comprimento do corpo mede entre 49 e 64 cm.

É considerada uma excelente candidata à exploração zootécnica e adaptação ao cativeiro, sendo nativa dos bosques tropicais, desde o sul do México até o Brasil. Por causa da alta qualidade de sua carne os habitantes dessa faixa do continente americano vêm tentando criá-la em cativeiro durante anos. Essas experiências demonstraram que, modificando o comportamento original durante as fases iniciais da sua vida, a cutia converte-se em um animal sociável, perdendo sua agressividade. Vivendo em grupos, em vez de pares, é possível aumentar as taxas de reprodução, tornando a criação uma atividade rentável. Neste contexto, pesquisas sobre a nutrição desta espécie são importantes para a viabilização do sistema de produção.

Pequenos herbívoros roedores possuem geralmente um grande ceco, embora possam apresentar modificações gástricas para proporcionar fermentações microbianas. Outras fermentações podem ocorrer no intestino delgado, e fermentações cecais podem continuar no cólon (McBee, 1971).

Em relação à cutia, raros são os relatos existentes na literatura, principalmente envolvendo aspectos anátomo-fisiológicos do trato digestório. Garcia *et al.* (2000) descreveram que essa espécie de roedor selvagem apresenta grande intestino delgado, com mais de sete metros de comprimento médio. O cólon e o reto juntos medem aproximadamente um metro e dezessete centímetros, e o ceco é longo e saculado.

No que se refere à alimentação, a fauna silvestre é historicamente importantíssima, pois foi primordial no desenvolvimento da raça humana, que dependia exclusivamente dela para sobreviver. Naquela época, a caça era simplesmente a forma rudimentar utilizada por nossos ancestrais para a obtenção de alimento, o que, para muitas tribos indígenas ainda é um meio de sobrevivência. A utilização racional da fauna silvestre também é muito importante para o homem dito civilizado, que poderá manter e desenvolver criações para fins de obtenção de proteína de alta qualidade (Lui, 2008).

Um dos maiores desafios dos anos futuros é produzir quantidades de alimentos necessários para alimentar a população humana. Seguramente a proteína animal e os produtos derivados da mesma, terão um papel fundamental para suprir esta demanda.

Diante desta realidade, pesquisadores e nutricionistas se deparam frente ao desafio de desenvolver pesquisas, gerar conhecimentos e tecnologias sobre a nutrição e alimentação animal, capazes de incrementar a produção animal de forma racional e eficiente. E quando se trata de espécies silvestres o desafio é ainda maior, pelo estado incipiente das pesquisas, muitas vezes pioneiras.

A alimentação é um fator de grande influência nos sistemas produtivos por ser a base para o fornecimento de nutrientes disponíveis ao animal, para manutenção e produção (Herrera, 2000).

Na nutrição animal se utiliza muito os dados de digestibilidade para avaliar dietas e estudar a utilização dos nutrientes (Ferreira, 2007). O valor nutricional de dietas para coelhos, cutias e demais espécies é determinado pelo seu conteúdo de nutrientes disponíveis. A disponibilidade de nutrientes é definida como uma porção de nutriente consumido que é absorvido no trato digestivo e estão disponíveis para o metabolismo animal.

Este experimento avaliou a utilização da levedura torula na alimentação de cutias, um roedor pertencente a fauna silvestre brasileira .

Após ampla pesquisa bibliográfica, não foram encontrados trabalhos sobre avaliação de alimentos para cutias e muito menos o uso deste subproduto na alimentação desta espécie. Também não foram encontradas literaturas que tratassem da avaliação nutricional em outra espécie assemelhada não doméstica, como por exemplo, a paca (*Agouti paca*).

A cutia vem sendo criada comercialmente devido à qualidade de sua carne e como animal ornamental, em vários estados do Brasil. É uma das espécies da fauna silvestre brasileira que apresenta potencial zootécnico, o que vem sendo demonstrado em criadouros comerciais como este que sediou este experimento.

O conhecimento sobre a digestibilidade da dieta fornecida aos animais é de extrema importância, pois avalia a qualidade dos ingredientes utilizados, que no caso desta pesquisa é a torula de vinhaça e a espécie animal a cutia (*Dasyprocta spp.*).

Pelos antecedentes bibliográficos, sabe-se que a torula de vinhaça ainda não foi estudada em cutias, de modo que o objetivo deste trabalho foi avaliar as dietas com e sem a torula, comparar a digestibilidade aparente das mesmas, bem como determinar o aporte de energia e proteína deste produto quando adicionado em um nível de 30% na ração comercial peletizada.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento ocorreu na Fazenda Zôo, localizada no município de Paraopeba, no estado de Minas Gerais, Brasil, onde encontra-se em operação um criadouro comercial de cutias autorizado legalmente pelo IBAMA / MG, pela IN 169 (2008).

Foram adquiridas gaiolas novas e montada uma estrutura suspensa especialmente para este experimento. As gaiolas mediam 60 cm de comprimento, 60 cm de largura e 40 cm de altura, próprias para criação de coelhos, equipadas com comedouro e bebedouro metálicos.

Foram utilizadas 20 cutias, sendo oito machos e 12 fêmeas com peso médio inicial de 2,9 kg, alojadas em gaiolas de cunicultura, suspensas, por um período de 16 dias. Todos os animais eram adultos, com idade variando entre 14 e 34 meses, portanto em manutenção, isto é, não estavam em fase de crescimento.

O planejamento estatístico foi paulatinamente estruturado pelas características da resposta estudada e das condições de amostragem e infraestrutura disponíveis, e foi definido o delineamento experimental, que permitiu a análise e comparação subsequente das médias, para a consecução dos objetivos propostos neste experimento (Sampaio, 2010). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e dez animais por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de uma cutia.

O cálculo das dietas foi feito utilizando um programa linear para rações de custo mínimo, SUPERCAC (2010), que foram isocalóricas e isoprotéicas, com base nas exigências nutricionais de coelhos em manutenção.

Para o ensaio de digestibilidade foi testada uma dieta referência (tabelas 15 e 16) formulada a partir das recomendações de De Blas & Mateos (2010) e outra dieta formulada a partir da inclusão de 30% da levedura torula em relação aos macros ingredientes da dieta referência. Os micros ingredientes foram mantidos nas mesmas quantidades sugeridas para a dieta referência. A dieta foi peletizada com grânulos de 12-15 mm de comprimento por 4-5 mm de diâmetro.

As duas rações usadas no experimento foram preparadas na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Escola de Veterinária da UFMG. Os tratamentos foram:

T1 = Dieta basal (DB) = Ração para coelhos produzida na UFMG;

T2 = 70% DB + 30 % Torula - levedura torula pura feita a partir de vinhaça em fábrica cubana.

A tabela 6, mostrada no capítulo II, mostra a composição da torula utilizada no experimento.

A dieta basal (DB) composta de ração peletizada (T1) foi triturada, misturada com a torula, que é um pó fino, na proporção de 30%, e repeletizada, originando a ração T2.

A composição calculada em matéria prima e química da DB é mostrada nas tabelas 14 e 15, respectivamente.

Tabela 15 - Ingredientes (g/kg) da dieta basal

<b>Ingrediente (g/kg MN)</b>	<b>Dieta Controle ou Basal (DB)</b>
Feno de alfafa	381,23
Farelo de trigo	250,00
Farelo de soja	80,00
Milho	80,84
MDPS <sup>1</sup>	150,00
Melaço em pó	20,00
Fosfato bicálcico	14,78
DL-Metionina	1,29
L-Lisina	3,86
PREMIX <sup>2</sup>	3,00
Óleo de soja	10,00
Sal branco	5,00

Fonte: De Blas & Mateos (2010).

<sup>1</sup> MDPS – Milho desintegrado com palha e sabugo

<sup>2</sup> Composição do Premix Mineral/ Vitamínico: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit D<sub>3</sub>, 100.000UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. B<sub>1</sub>, 392mg; Vit. B<sub>2</sub>, 360 mg; Ácido Pantotênico, 2900 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 0,06 mcg; Vit. B<sub>6</sub>, 3.920 mg; Antioxidante (BHT), 6000mg; Zinco, 7,8g; Manganês, 8,81 g; Ferro, 3 g; Cobre, 0,25 g; Cobalto, 0,04 g; Iodo, 0,012 g.

Tabela 16 - Composição química calculada da dieta referência (g/kg MS)

Nutrientes	g/kg MS
MS	886,23
PB	160,53
FDA	182,26
Ca	9,00
P- total	7,65
Lis total	7,40
Met+ Cist total	6,00
ED	2600 kcal/kg

Fonte: SUPERCRAC (2010).

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

A preparação das amostras, assim como, as análises químicas foram efetuadas de acordo com a metodologia proposta pelo EGRAN (1999).

Nas rações e fezes as análises realizadas foram matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), cálcio (Ca) e fósforo(P) e fibra em detergente ácido (FDA), sendo que esta última análise foi efetuada apenas nas amostras das rações (tabela 17) e da torula (tabela 6).

As análises seguiram a metodologia sugerida pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (1998), conforme os procedimentos já descritos no experimento 1 , capítulo II , e os resultados são demonstrados a seguir:

Tabela 17 - Composição química (g/kg MS) das dietas basal e a experimental com 30% de torula

Princípio Nutritivo	g/kg, base matéria seca(MS)	
	Dieta Basal	Dieta c/ torula
MS	903,4	889,7
PB	184,7	234,2
EE	55,9	43,9
FDN	346,1	281,1
FDA	130,8	103,0
Cinzas	76,7	77,0

Ca	8,9	8,0
P	6,8	5,3
Energia bruta, kcal/kg	4128,13	3754,32

A condução do experimento se iniciou com a fase de adaptação dos animais a nova alimentação com ração peletizada para coelhos, usando ração comercial de empresa idônea. O período de realização foi entre 15 de dezembro de 2012 e 2 de fevereiro de 2012 e a duração foi de 48 dias, sendo que o período de transição com inclusão gradual durou 18 dias, até que os animais estivessem recebendo 100% de ração peletizada na dieta. Este período foi necessário uma vez que os animais sempre receberam dieta composta por milho em grão e complementos como mandioca, frutas e legumes disponíveis, e nunca tinham sido alimentados com ração peletizada comercial para coelhos ou outra qualquer, e por isto testou-se a aceitação. Esta etapa foi realizada nos recintos originais onde os animais eram criados:



Foto 11 - Vista frontal do criadouro – Boxes com piso natural.

Fonte: Arquivo pessoal.

A ração peletizada usada nesta fase, para todos os animais do criadouro, foi a comercial para coelhos produzida por empresa idônea de nutrição animal, de Viana - ES. Nas outras etapas do experimento foi utilizada as rações preparadas na fábrica de rações da UFMG, em Igarapé-MG. Dependia desta aceitação a sequencia do experimento, e o que se observou é que esta formulação peletizada foi adequada e aceita por todos os animais.

Uma vez que os animais a consumiram bem, iniciou-se a segunda etapa, que foi a de adaptação dos animais ao novo ambiente das gaiolas, realizada entre três de fevereiro de 2012 e 10 de fevereiro de 2012, com duração de 8 dias. Foi considerada necessária uma vez que os animais sempre estiveram alojados em recintos coletivos, que são piquetes de 10 a 20 m<sup>2</sup>, arborizados e com substrato natural, ou seja, piso folhoso e de terra, com tocas e abrigos de tocos de madeira, localizados no solo, portanto em um sistema semi-intensivo, mais aberto e rico em bem estar animal, por ser mais próximo do habitat natural da espécie. Este era o sistema de criação preconizado para este criadouro, do qual o autor é o responsável técnico.



Foto 12 e 13 - Condições originais dos animais no criadouro.

Fonte: Arquivo pessoal.

Havia uma dúvida da equipe de pesquisadores se seria possível alojar cutias individualmente e confinadas. Como não foram encontrados relatos de criação de cutias em gaiolas, e por ser um animal não doméstico, a necessidade de alojar individualmente os animais para o teste de digestibilidade *in vivo* serviu também para testar a adaptação dos animais a esta condição intensiva. No dia inicial desta etapa os 20 animais foram selecionados nos recintos, pesados e identificados, e após este manejo foram imediatamente transferidos destes recintos para as gaiolas individuais, em um ambiente bem diferente, e sob constante monitoramento, uma vez que havia a possibilidade e preocupação de que os animais não aceitassem este confinamento ou apresentassem problemas diversos advindos desta mudança, como estresse, queda de imunidade e redução do consumo alimentar.



Foto 14 e 15 - Vista geral da instalação da bateria de gaiolas para o experimento, no dia do alojamento de todos os animais.

Fonte: Arquivo pessoal.

Este período de transição foi realizado até que as alterações comportamentais e fisiológicas advindas do confinamento diminuíssem e as funções se estabilizassem.

Neste período todos receberam apenas a ração DB (Tratamento 1).



Foto 16 - Unidade experimental: gaiola e animal.  
Fonte: Arquivo pessoal.

Foto 17 - Identificação da parcela.  
Fonte: Arquivo pessoal.

Dois animais sentiram esta mudança e ficaram debilitados, e foram substituídos por outros, no dia 8/02/2012, e que se adaptaram bem até o fim da prova. Estes dois animais que se debilitaram retornaram ao recinto de origem, e este fato foi interpretado como uma condição individual destes animais, que não se adaptaram as restrições impostas por este tipo de sistema. Estes animais evidenciaram a importância do período pré-experimental para seleção e aclimação dos animais, e a taxa de não adaptação ficou em 10%, dentro do previsto. As causas prováveis foram o estresse do confinamento, o alojamento individual e a mudança de ambiente.

A necessidade de manutenção dos animais em gaiolas foi útil para avaliar uma reformulação do sistema de criação em cativeiro, já que os animais nestas condições apresentaram comportamento passivo e sem ocorrência de óbitos. Nenhum caso de diarreia foi observado. Sendo assim, após constatação da possibilidade de alojamento, deu-se sequência ao ensaio.



Foto 18 e 19 - Fezes firmes e normais na fase de adaptação. (Não houve nenhuma ocorrência de problemas digestivos).  
Fonte: Arquivo pessoal.

A terceira etapa foi o período de adaptação as dietas experimentais, e que durou 4 dias , entre 11 e 14 de fevereiro de 2012 . O único procedimento foi fornecer as duas rações a vontade, uma para cada grupo, onde dez animais receberam a dieta basal e dez animais a dieta com torula.

E finalmente a etapa 4 , que foi o período de coleta de dados, e que durou 4 dias , entre 15 e 18 de fevereiro de 2012 , onde se procederam diariamente as pesagens de fezes, sobras de ração, reposição, coletas , identificação e armazenagem das amostras. Para tal, foi instalado (fixado) um anteparo de tela de *nylon* vazado na parte inferior de cada gaiola, de forma a possibilitar a coleta das fezes e ração em separado, de cada unidade individualmente, sem retenção da urina, que passava pela malha da tela, caindo diretamente no piso.



Foto 20, 21 e 22 - Fixação do anteparo de coleta abaixo de cada gaiola.

Fonte: Arquivo pessoal.

No dia inicial desta fase do experimento (14/02) foi pesado apenas o tratamento oferecido, que foram 250 gramas por animal.



Foto 23 - Fezes retidas na rede.

Fonte: Arquivo pessoal.

Foto 24 – Coleta.

Fonte: Arquivo pessoal.



Foto 25 - Início de consumo da ração.

Fonte: Arquivo pessoal.

Foto 26 - Detalhe das fezes.

Fonte: Arquivo pessoal.

No dia um desta fase do experimento (15/02) pesaram-se as sobras, e efetuamos a reposição do oferecido até 250 gramas. Pesaram-se também as fezes de cada animal. Este procedimento se repetiu até o quarto dia de coleta de dados, quando se encerrou o período experimental. As amostras de fezes foram acondicionadas em sacos plásticos apropriados, que foram devidamente marcados com identificação da amostra. Estas amostras foram armazenadas no freezer devidamente lacradas.



Foto 27 e 28 - O sistema de retenção se mostrou muito eficiente, facilitando o procedimento de coleta do material, e sem qualquer perda ou contaminação.

Fonte: Arquivo pessoal.



Fotos 29 e 30 - As rações foram bem aceitas e consumidas por todo o plantel  
Fonte: Arquivo pessoal.



Foto 31 - Vista geral das instalações feitas especialmente para o experimento  
Fonte: Arquivo pessoal.

O local era bem ventilado e com cobertura em telhas de cerâmica, propiciando conforto térmico aos animais, apesar das altas temperaturas observadas nesta época na região e durante o período experimental.

A prova de digestibilidade constou de um período experimental de quatro dias para controle de consumo e coleta de fezes duras. Durante esses dias as fezes foram coletadas pela manhã, retirando-se os pelos, sendo armazenadas a  $-10^{\circ}\text{C}$  até o fim das coletas. Posteriormente as fezes foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFMG, onde foram resfriadas, homogeneizadas, pesadas, secas em estufas de ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$  por 72 horas, a fim de promover a pré-secagem e determinar o peso da amostra seca ao ar.

Após a secagem as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e, acondicionadas em frascos de plástico para posteriores análises.

As fezes coletadas de cada cutia no período experimental foram descongeladas utilizando-se uma bandeja de aproximadamente 25 x 30 cm. A MS foi obtida em duas etapas sucessivas, a primeira consistiu em submeter a amostra em estufa de ventilação forçada à temperatura de 80°C por 24 horas, e na segunda uma parte significativa das fezes secas foram desidratadas por outras 24 horas em estufa à temperatura de 103°C. Em cada passo foram pesados os recipientes com ou sem amostra conforme o descrito para alimentos com precisão mínima de +/- 0,01 g.

A MS excretada foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\text{MS}_{\text{TOTAL EXCRETADA}} = (W_1 - T) \times (W_3 - T) / (W_2 - T)$$

Onde:

T = peso da bandeja vazia;

W<sub>1</sub> = peso da bandeja + total de fezes secadas a 80°C;

W<sub>2</sub> = peso da bandeja + fezes restantes secadas a 80°C e colocadas em estufa a 103°C;

W<sub>3</sub> = peso da bandeja + fezes que foram secadas a 103°C.

Em relação a metodologia de cálculo para obtenção dos coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), fibra detergente neutro (CDFDN), matéria mineral (CDMM), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE) e energia bruta (CDEB), utilizou-se a equação sugerida por Schneider e Flatt (1975).

$$\text{CD do Nutriente (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido (g)} - \text{Nutriente das fezes (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

O consumo médio diário (CMD) foi obtido através de pesagem no início do experimento e ao final do teste das sobras, uma vez que a quantidade fornecida era conhecida.

$$\text{CMD (g)} = \text{Consumo (g)} - (\text{sobra} + \text{desperdício}) \text{ (g)}$$

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância mediante o programa estatístico pelo software SISVAR (2007), usando o GLM - Modelo Linear Geral (SAS, 1990), e para as comparações das médias pertinentes o teste F (Fisher, 1924; Snedecor, 1980) ao nível de 5% de probabilidade.

Para obtenção dos valores de energia digestível (ED) das duas rações, o correspondente CDEB foi multiplicado pelo valor de energia bruta obtida de cada dieta. O mesmo cálculo foi efetuado para a proteína digestível (PD) das dietas:

$$\text{ED (kcal/kg)} = \text{EB da dieta (kcal/kg)} \times \text{CDEB da dieta (\%)}$$

$$\text{PD (g/kg MS)} = \text{PB da dieta (g/kg MS\%)} \times \text{CDPB da dieta (\%)}$$

Foram estimados os valores de energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) da torula utilizada nas dietas, conforme metodologias a seguir:

### 2.1. Avaliação da levedura torula de vinhaça (alimento teste) utilizada na dieta

Os cálculos para estimativa da ED e PD da torula foram efetuados segundo Villamide (1995) e Matterson *et al.* (1965).

Metodologias de cálculo:

Cálculo da ED do alimento teste segundo as equações de Matterson *et al.* (1965):

$$ED\ t\ (\text{kcal/kg}) = ED\ db + \frac{ED\ dt - ED\ db}{P}$$

Onde:

ED *db* = ED da dieta basal (0% ;kcal/kg da MS)

ED *dt* = ED da dieta teste (30%; kcal/kg da MS)

P = porcentagem de substituição do alimento teste

Cálculo da PD do alimento teste segundo as equações de Matterson *et al.* (1965):

$$PD\ t\ (\text{g/kg MS}) = PD\ db + \frac{PD\ dt - PD\ db}{P}$$

Onde:

PD *db* = PD da dieta basal (0% ;g/kg da MS)

PD *dt* = PD da dieta teste (30%; g/kg da MS)

P = porcentagem de substituição do alimento teste

Cálculo da ED do alimento teste pelo método de substituição segundo Villamide (1995):

$$ED\ t = \frac{ED\ dt - (1 - P) ED\ db}{P}$$

Onde:

ED *dt* = ED da dieta teste (30%; kcal/kg da MS)

ED *db* = ED da dieta basal (0%; kcal/kg da MS)

P = índice de substituição do alimento teste na dieta basal corrigido para diferença do teor de MS do alimento teste para a dieta basal

Cálculo da PD do alimento teste pelo método de substituição segundo Villamide (1995):

$$PD_t = \frac{PD_{dt} - (1 - P) PD_{db}}{P}$$

Onde:

PD<sub>dt</sub> = PD da dieta teste (30%; g/kg da MS)

PD<sub>db</sub> = PD da dieta basal (0%; g/kg da MS)

P = índice de substituição do alimento teste na dieta basal corrigido para diferença do teor de MS do alimento teste para a dieta basal.

A diferença nos valores de ED e PD obtidos pelas fórmulas de Matterson *et al.* (1965) e Villamide (1995) está no valor de substituição, pois, 30% é usado na de Matterson *et al.* (1965), e na fórmula de Villamide (1995) há que fazer uma correção para saber a nova porcentagem considerando que a torula tem uma MS menor (85,88%) que a da dieta basal (90,34%). Desta forma, Villamide (2001) observou a necessidade desta correção para minimizar os erros experimentais, utilizando não o valor absoluto de inclusão do alimento teste, mas sim corrigido, já que a torula tem uma MS diferente da dieta basal na qual ela participa, neste caso menor. Se o ingrediente teste possuir MS superior, o valor final será um pouco maior.

No quadro a seguir demonstra-se o cálculo da correção do nível de inclusão feito para a fórmula de Villamide (1995):

Tabela 18 - Cálculo da correção do nível de inclusão para aplicação da fórmula de Villamide.

	Dieta basal	Dieta teste	Nível de inclusão corrigido (%)
Dieta basal	100 x 0,9034 = 90,34	70 % x 0,9034 = 63,24	63,24 / 89,00 = 0,7105 x 100 = 71,05 %
Ingrediente (torula)	0 x 0,8588 = 0	30 % x 0,8588 = 25,76	25,76 / 89,00 = 0,2895 x 100 = 28,95 %
MS Total	90,34	89,00	100,00

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como a torula é um produto protéico, era de se esperar, pelo nível de inclusão praticado, que os valores de PB aumentassem, e os de EB diminuíssem na dieta com torula, o que foi verificado nos resultados (tabela 17). A torula de vinhaça apresenta baixo EE e também foi observada redução na quantidade deste nutriente na dieta torula. Deve-se destacar que o conteúdo de P (fósforo) diminuiu o que pode sugerir correção deste elemento na formulação de dietas com inclusão de torula ao nível de 30%. Estes valores esperados foram obtidos, e indicam confiabilidade das análises laboratoriais realizadas.

Na tabela 19 encontram-se os valores determinados para consumo médio diário e coeficientes de digestibilidade estudados das duas dietas experimentais.

Tabela 19 – Consumo médio diário (CMD em g/animal/dia) e coeficientes de digestibilidade aparente (CD em %) da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da matéria mineral (CDMM), da matéria orgânica (CDMO), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) das rações.

	CMD	CDMS	CDPB	CDFDN	CDMM	CDMO	CDEE	CDEB
Basal	84,48	67,62	71,12	72,70	36,27	70,52	63,39 <sup>a</sup>	68,00 <sup>a</sup>
Torula	90,48	67,06	68,19	69,89	33,16	70,27	48,04 <sup>b</sup>	63,73 <sup>b</sup>
Média	87,48	67,33	69,65	71,29	34,71	70,39	-	-
CV (%)	17,84	3,77	6,45	8,86	15,90	3,28	26,34	5,91

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

Os resultados demonstraram não haver influência ( $P > 0,05$ ) da torula sobre os parâmetros utilizados excetuando o CDEE e CDEB ( $P < 0,05$ ). São coeficientes interrelacionados, uma vez que os lipídeos contidos no extrato etéreo são fonte de energia, e uma diminuição na digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) acarreta conseqüente diminuição também na digestibilidade da energia (CDEB), o que encontra concordância com os resultados obtidos. Uma hipótese para este aproveitamento energético inferior é que a cutia é um animal que habita bosques e florestas, e que se alimenta frequentemente de frutos e tubérculos, e que são alimentos de maior disponibilidade de energia na forma de açúcares e amido, respectivamente. Talvez isto explique sua menor capacidade de digerir a energia contida nos cereais e grãos, como é o caso das rações peletizadas utilizadas nesta pesquisa. Como ainda não houve seleção e melhoramento, predomina esta condição natural do animal. Identificar animais com melhor aproveitamento energético das rações a base de grãos é um item de seleção de interesse para a criação comercial.

Como era de se esperar o CDMO foi maior que o CDMS, o que demonstra que as análises foram confiáveis. A torula e as leveduras em geral tem alto conteúdo de matéria orgânica (MO), e alguns componentes desta fração ainda são desconhecidos ou pouco estudados. Suspeita-se que uma das limitações para altos índices de substituição com torula tenha resposta na digestibilidade da matéria orgânica e na limitação enzimática. Diante disto, a fim de avaliar a digestibilidade da MO, uma vez que o índice de substituição foi de 30% , foi determinado neste experimento o CDMO, e que após a análise estatística não apresentou redução significativa ( $P > 0,05$ ) mostrando que 30% de torula não afetou a digestibilidade da fração orgânica da dieta .

Os resultados obtidos puderam apenas serem discutidos com os dados obtidos em outras espécies domésticas, uma vez que não foram encontrados trabalhos relacionados a digestibilidade de dietas com o uso do produto em referência com cutias ou outras espécies silvestres .

Chaudhary *et al.* (1995) avaliaram o efeito da administração de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em coelhos e Luick *et al.* (1992) avaliaram dietas suplementadas com leveduras (*Lacto sacc*), ambos avaliaram coeficientes de digestibilidade dos nutrientes de dietas experimentais e não encontraram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) para os parâmetros avaliados, divergindo desta pesquisa que encontrou diferença para CDEE e CDEB.

A inclusão de proteína microbiana em um nível de 30%, que é considerado alto, pode influenciar na digestibilidade de outros nutrientes, inclusive da proteína. Como os animais estavam em manutenção, sua exigência em PB é bem menor do que o alto conteúdo de PB analisado na ração com torula (tabela 17), e por isto era de se esperar alguma redução do CDPB no T2, devido a este excesso de PB neste tratamento (23,42% ou 234,2 g/kg MS). De fato ocorreu uma ligeira diminuição, mas sem significância ( $P>0,05$ ), indicando que este nível de 30% não prejudicou o aproveitamento proteico.

Pode-se inferir que níveis de até 30% de inclusão da levedura torula podem ser usados em rações sem provocar prejuízo nutricional da dieta de cutias em manutenção.

A figura 3 mostra a variação observada entre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da matéria orgânica (MO), do extrato etéreo (EE) e da energia bruta (CDEB), das dietas basal e com torula.

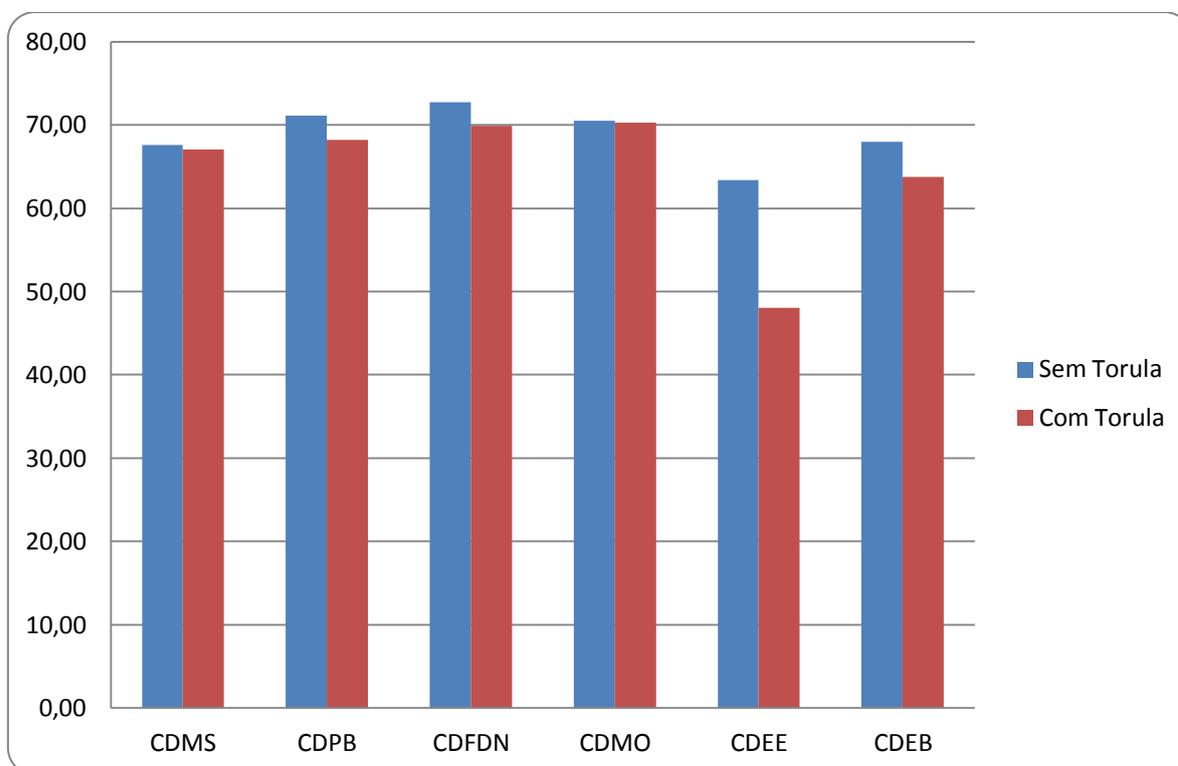


Figura 3 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da fibra detergente neutro (CDFDN), da matéria orgânica (CDMO), do extrato etéreo (CDEE) e da energia bruta (CDEB) das dietas basal e com torula.

Coelho *et al.* (2008), ao avaliarem os CDMS e CDPB de cinco dietas com diferentes níveis de inclusão de levedura torula (*Candida utilis*) (controle; 5; 10; 15; 20%), com 40 coelhos Nova Zelândia Branco, não encontraram diferença estatística ( $p>0,05$ ) para o CDMS, concordando com os dados obtidos. Já para o CDPB, diferindo dos resultados desta pesquisa, observaram que no nível de 20% de inclusão da levedura torula apresentou uma redução ( $p<0,05$ ) no coeficiente de digestibilidade em relação a dieta referência e os níveis de 10 e 15% de inclusão apresentaram valores intermediários, semelhantes estatisticamente aos valores mais elevados encontrados para a dieta controle e a dieta com 5% de inclusão.

Euler *et al.* (2008) , avaliando nutricionalmente a levedura torula para a alimentação de coelhos concluíram que o nível de 5% de inclusão da levedura torula apresentou maior ( $p < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade para o alimento nas variáveis estudadas, ocorrendo uma redução progressiva dos coeficientes de digestibilidade para os demais níveis de inclusão, diferindo dos dados não significativos ( $p > 0,05$ ) obtidos neste trabalho. Encontraram valor para CDMS (71,87%) superior aos obtidos na presente pesquisa, enquanto que os valores para CDPB (67,74%) e CDEB (63,13%) informados por estes autores foram inferiores aos obtidos no presente experimento com cutias e no nível de inclusão praticado (30%), indicando a boa capacidade digestiva do roedor.

Ferreira *et al.* (2010) , avaliando nutricionalmente dietas semi simplificadas com e sem adição de vinhaça para coelhos em crescimento encontraram valor médio de CDMS (44,14 %), CDEB (47,44%) e CDFDN (16,29%) inferiores aos deste experimento, e de CDMM (51,15%), CDPB (75,46%) , CMD (122,03 g/animal/dia) e PD da dieta (15,47%), superiores aos valores médios obtidos nesta pesquisa. Vale destacar que todas as 4 rações usadas por estes autores continham em média 29,12 % de farelo de soja , o que mostra que a dieta com torula utilizada na presente pesquisa apresenta equivalência a destes autores. Os resultados por eles obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente não sofreram influência ( $p > 0,05$ ) nem das qualidades dos fenos e nem da vinhaça, com exceção da matéria mineral, divergindo dos resultados obtidos neste experimento, que não encontrou diferença ( $p > 0,05$ ) para CDMM.

No experimento II desta pesquisa, com coelhos, foram obtidos dados de CD superiores, porém próximos aos obtidos neste experimento com cutias. É razoável prever que os coelhos Nova Zelândia, já domesticados e selecionados pelo melhoramento animal há séculos, teriam melhor aproveitamento dos nutrientes que o roedor silvestre, mas a proximidade dos valores demonstra que a cutia é eficiente, embora ainda no início da fase de domesticação e adaptação ao cativeiro, o que demonstra potencial zootécnico para a espécie. No experimento com coelhos desta pesquisa vale ressaltar que os animais estavam em crescimento, enquanto que neste ensaio com cutias os animais estavam em manutenção, sendo todos já adultos, e sabe-se que animais em crescimento tem maior capacidade digestiva que os em manutenção.

A partir da obtenção dos valores de CDEB e CDPB, e de posse das quantidades de EB e PB das dietas, foi possível determinar os valores de energia digestível (ED) e PD (proteína digestível) dos dois tratamentos, apresentados na tabela a seguir:

Tabela 20 - Valores obtidos para energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) em percentual da matéria natural das rações utilizadas.

Princípio Nutritivo	%, base matéria natural	
	Dieta Basal	Dieta Torula 30%
Matéria Seca, %	90,34	88,97
Proteína digestível, g/kg MS	131,4	159,7
Energia digestível, kcal/kg	2807,22	2392,80

É importante na experimentação animal procurar identificar e reduzir ao máximo os erros experimentais que se acumulam durante o processo da pesquisa, e que mesmo que sejam pequenos, se somados, ao final, significam importante perda de acurácia. Um destes erros identificados está no cálculo da PD e ED do alimento teste. Na valiação da torula, ficou demonstrado que a diferença nos valores de ED e PD da torula obtidos pelas fórmulas de Matterson *et al.* (1965) e Villamide (1995), está no valor de substituição, pois, 30 % é o valor usado em Matterson *et al.* (1965), e na fórmula de Villamide (1995) há que fazer uma correção para saber a nova porcentagem considerando que a torula tem uma MS menor (85,88%, tabela 6) que a da dieta basal (90,34% ou 903,4 g/kg MS, tabela 17). Os resultados obtidos segundo as duas fórmulas são exibidos na tabela a seguir:

Tabela 21 - Valores de PD (g/kg MS) e ED (kcal/kg) do alimento teste calculados por duas metodologias.

	Matterson et. al (1965)	Villamide (1995)
PD, g/kg MS	259,1	263,1
ED, kcal/kg MS	1714,22	1663,69

Os resultados demonstraram o que Villamide (1995) propõe de diferença com Matterson, e por isto foram utilizadas as duas fórmulas para demonstrar a distinção entre ambos. A pesquisa ressalta que a fórmula corrigida de Villamide é mais adequada em certas circunstâncias, e não seria 30 % o valor do nível de inclusão, e sim 28,95 %.

Não foram encontrados dados de pesquisas com cutias que mostrassem valores de ED e PD para a torula, impossibilitando uma comparação direta de valores com outros autores. O valor de ED obtido (1663,69 kcal/kg MS, tabela 21) mostrou que a torula, com o nível de 30% de inclusão, oferece uma quantidade baixa de energia efetivamente utilizada por cutias em manutenção, se comparado ao resultado de ED obtido com coelhos nesta pesquisa (Capítulo III), que é bem superior ao obtido com cutias. Já o valor de PD mostra que a torula, com o nível de 30% de inclusão, oferece uma quantidade alta de proteína efetivamente utilizada por cutias em manutenção. O resultado de PD obtido com coelhos na presente pesquisa (Capítulo III) é bem inferior ao obtido com cutias. Vale ressaltar que coelhos e cutias são espécies diferentes, sendo uma doméstica e outra silvestre, e que os animais estavam em diferentes *status* fisiológicos, sendo uma em crescimento e a outra em manutenção e uma com nível máximo de inclusão de 15% e a outra com 30%, respectivamente. E finalmente que os coelhos tiveram um tempo maior de adaptação a dieta com torula (40 dias) do que as cutias (8 dias). Devido a uma certa semelhança entre estes dois animais, há uma tendência em se esperar resultados próximos.

O confinamento pode ter alterado o comportamento natural coprofágico das cutias, o que pode afetar a digestibilidade da energia das dietas (tabela 19). Além disso, houve alteração na eficiência da utilização digestiva do extrato etéreo embora não tenha alterado o consumo, sendo que este fator também podem ter influenciado os resultados de diminuição do CDEB para a dieta com torula.

Outro fator a ser considerado é a possibilidade de que a levedura, a um nível de 30%, possa ter alterado a microbiota intestinal e o padrão de fermentação, sendo estes aspectos merecedores de estudos específicos. Encontram-se diversas espécies de bactérias nos intestinos das cutias, principalmente no ceco e cólon maior, sugerindo uma alta atividade microbiana nesses locais (McBee, 1971), como ocorre no ceco e no cólon maior do equino (Cunningham, 1993), indicando relação direta com os hábitos alimentares desse animal, o qual ingere sementes e frutas (Silvius, 2003; Lopes *et al.*, 2004), além de plantas nativas, verduras e legumes (Lopes *et al.*, 2004). A dieta das cutias na natureza é composta por alimentos pobres em proteína, e pode ser que quando se depare com um alimento proteico como a torula, em um nível considerável, ela potencialize esta sua eficiência natural em relação ao aproveitamento da proteína digestível.

Faria *et al.* (2000), estudando o valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces spp.*), seca por rolo rotativo ou por “*Spray-Dry*”, para coelhos em crescimento, encontrou valores de PD igual a 18,25% e 25,22% , respectivamente, portanto inferiores mas com resultados próximos ao da presente pesquisa , e de ED ( kcal/kg MS) igual a 3248 e 3859, bem superiores aos deste experimento com cutias. Assim como ocorreu no estudo destes autores, no presente experimento também pode ter ocorrido o efeito do processamento, uma vez que ocorreu a trituração e a repeletização da ração basal para originar o tratamento 2 , e este biprocessamento mecânico e térmico realizado no T2 pode ter afetado alguns nutrientes, como o conteúdo proteico, por exemplo, e este efeito ser creditado a torula ( alimento teste ).

A quantidade de ração ofertada por animal por dia (250 g) foi suficiente para garantir oferta dos tratamentos *ad libitum*, uma vez que em nenhum dia houve consumo total da ração colocada nos comedouros. Sempre houveram sobras nos comedouros. Como não foram encontrados na literatura dados do consumo diário para este espécie, arbitrou-se 250 g como uma quantidade segura para tal, e que se mostrou até demasiada, uma vez que o consumo médio diário ficou em 87,48 g/dia/animal . A quantidade oferecida poderia ter sido de 150 g /dia, sendo esta uma informação gerada que poderá ser útil em futuros experimentos. O excesso é necessário, pois alguns animais desperdiçam grande quantidade, as vezes 50% do consumido, e portanto a quantidade ideal a ser colocada nos cochos seria 80% a mais da expectativa do consumo real , para garantir a oferta *ad libitum*. É da natureza da espécie este desperdício, considerado normal. A cutia tem o hábito de pegar os alimentos (no caso o *pelet*) com as patas dianteiras, para roer e ingeri-lo, o que aumenta este desperdício.



Fotos 32 e 33 – Os animais apresentaram comportamento passivo. Placas de cerâmica foram colocadas em cada gaiola para propiciar descanso nos animais e evitar lesão nas patas causadas pelo pisoteio constante no arame do piso.

Como os animais estavam em boas condições, após o fim do período experimental (ensaio de digestibilidade) os animais ainda permaneceram mais 30 dias nestas instalações, a fim de observar a adaptação por um período maior, e ao final não se observou qualquer problema com o plantel, quando então os animais retornaram cada qual para seu recinto de origem, e as instalações do experimento foram desativadas.



Fotos 34 e 35 – Enriquecimento ambiental (galhos e folhas de goiabeira), colocados após o término do experimento, quando os animais ainda permaneceram por mais um mês nas gaiolas, quando se observou coprofagia e que duas fêmeas manifestaram cio neste período. Observar as boas condições das cutias.

## 4. CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizada a presente pesquisa, pode-se concluir que o nível de 30% de inclusão da levedura torula testado não interferiu nos CDMS, CDPB, CDFDN e CDMO e nem no CMD, mas reduziu os CDEE e CDEB, sugerindo que a torula causa diminuição ( $p < 0,05$ ) no aproveitamento energético para esta espécie. A dieta com torula se mostrou adequada para a manutenção de cutias em boas condições.

São necessárias mais pesquisas para aprofundar este tema com a espécie cutia (*Dasyprocta spp.*).

Outra informação que foi obtida é que o alojamento desta espécie neste sistema intensivo de criação é possível, não causando problemas aos animais e nem mortalidade, e que a alimentação de cutias exclusivamente com ração peletizada comercial para coelhos permite manter os animais de forma satisfatória e sem comprometer o consumo.

A adaptação das cutias em gaiolas de cunicultura suspensas mostrou-se satisfatória, uma vez que ficaram alojados 80 dias seguidos, e não houve qualquer distúrbio que viesse a afetar o plantel. Os animais manifestaram comportamentos típicos e normais, o que permite concluir que é viável um confinamento nestas condições. Entretanto, são necessários mais estudos e pesquisas para recomendá-lo tecnicamente.

## CONCLUSÃO GERAL

O complexo sucroalcooleiro do etanol, açúcar e cachaça possui uma importância social de destaque no Brasil e em muitos países que exploram esta atividade, como Cuba. Esta agroindústria gera importantes produtos de consumo no mercado interno e externo, e segundo especialistas a produção atual poderá ser triplicada em apenas 15 anos, com isso haverá um aumento exacerbado da produção de vinhaça.

No caso do principal resíduo sólido, o bagaço, a solução foi a geração de energia a partir desta fonte residual. Hoje o bagaço gera renda para as usinas brasileiras, e é uma fonte renovável de bioenergia. Já no caso do resíduo líquido, a vinhaça, a sua maioria continua sendo lançada no solo, e as vezes inadequadamente atinge os cursos de água e o lençol freático. Contudo, o destino de parte deste resíduo como substrato para síntese de levedura poderá colaborar significativamente na redução do impacto ambiental preconizado.

A questão ambiental deve ser solucionada de forma adequada, procurando agregar valor a estes resíduos. A alternativa que mais agrega valor e soluciona o problema da correta destinação da vinhaça seria a produção de torula a partir deste substrato contaminante e poluente.

Neste estudo, o principal benefício da utilização da levedura torula na alimentação animal é a real demonstração da capacidade de conversão de um resíduo altamente tóxico (vinhaça) da indústria do álcool em proteína animal de alto valor nutricional.

Esta tecnologia alia a produção animal e a preservação ambiental, funcionando como um mecanismo de desenvolvimento limpo na agroindústria. Pode ser adotada nas usinas brasileiras, integrando-as com a nutrição animal, fornecendo um ingrediente proteico eficiente para substituição total ou parcial do farelo de soja, em diferentes espécies de interesse zootécnico e categorias animais. Em integração com alambiques de cachaça localizados no interior o país, poderia ser uma fonte de proteína para as rações, diversificando o sistema produtivo e viabilizando a produção animal nas propriedades rurais.

A levedura é uma excelente fonte proteica comparável ao farelo de soja e é necessário continuar os estudos relacionados as provas de índole nutricional e fisiológica.

Sua produção deve ser incentivada em países onde as indústrias sucroalcooleiras e da cachaça crescem, uma vez que altos volumes de vinhaça são produzidos a partir da industrialização da cana de açúcar, como é o caso do Brasil e Minas Gerais. Paralelo a isto há uma demanda crescente por proteína animal no mundo, e para se produzir carne é necessário atender as exigências proteicas dos animais através das dietas, de forma economicamente viável.

Esta pesquisa, além de difundir esta tecnologia aplicável em nosso país, propõe uma solução para o grave problema ambiental causado pela incorreta destinação da vinhaça produzida nas usinas e alambiques.

Procurou demonstrar que a torula possui bom valor nutricional e a sua viabilidade na alimentação de coelhos e cutias, concluindo que pode ser utilizada como ingrediente protéico nas dietas sem prejudicar a *performance* produtiva dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, C. C. G. M.; EULER, A.C.; FERREIRA, W. M. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta de dietas com diferentes níveis de inclusão de levedura torula (*Candida utilis*) para coelhos Nova Zelândia Branco . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 18, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB/ABZ, 2008. n. pág.?

COELHO, C. C. G. M.; EULER, A.C.; FERREIRA, W. M. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia digestível de dietas com inclusão de levedura torula (*Candida utilis*) para coelhos Nova Zelândia Branco . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA , 18, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB/ABZ, 2008. v. 1. n. pág.?

CHAUDHARY, L. C.; SINGH, R.; KAMRA, D. N.; PATHAK, N. N. Effect of oral administration of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on digestibility and growth performance of rabbits fed diets of different fibre content. *World Rabbit Science*, v. 3, n. 1, p.15-18, 1995.

Compêndio brasileiro de alimentação animal. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos fabricantes de Rações. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 1998.

CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 237.

DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. *Feed formulation: Nutrition of the rabbit* .2 ed. Cambridge: de Blas, C.; Wiseman, J. CAB International, 2010 . p. 222-232.

EGRAN – European Group on Rabbit Nutrition. Harmonization in rabbit nutrition research: recommendations to analyse some basic chemical components of feeds and faeces. In: WORKSHOP FROM MEETING OF MADRID, 1999, Madrid. *Document*. Madrid, 1999. 10 p.

EULER A. C.; FERREIRA, W. M.; COELHO C. C. G. M. et al. Avaliação nutricional da levedura torula (*Candida utilis*) para a alimentação de coelhos . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Zootec.

FARIA H.G.;SCAPINELLO C.;FURLAN, A.C.;MOREIRA I., 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, W. M.; EULER, A. C; TEIXEIRA, E. A. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta de dietas com inclusão de farinha de alga marinhas (*Lythothamnium sp.*) para coelhos Nova Zelândia Branco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27, 2007. Londrina. *Anais...* Londrina: Congresso Brasileiro de Zootecnia, [2007] (CD-ROM).

FERREIRA, W.M.; COELHO, C. C. G. M.; Baptista D. M. *et al.* Avaliação nutricional de dietas semi simplificas com e sem adição de vinhaça para coelhos em crescimento.In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA , 47, 2010. Salvador. *Anais...* Salvador : SBZ , 2010. Salvador UFBA 2010.

FISHER, R.A. *Proceedings Int. Math. Cont.*, Toronto. 1924.

GARCIA, G.W.; BAPTISTE, Q.S.; ADOGWA, A.O. et al. The digestive system of the agouti (*Dasyprocta leporina*): gross anatomy and histology. *Japanese Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 5, n.1, p. 55-66, 2000.

HERRERA, A. P. N. *Avaliação nutricional de dietas com polpa cítrica seca para coelhos em crescimento*. 2000. 36f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

IN 169/2008/IBAMA. INSTRUÇÃO NORMATIVA , Nº 169, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2008. IN, 169 e 20/02/2008. *Diário Oficial da União*, Brasília.

LOPES, J. B.; CAVALCANTE, R.R.; ALMEIDA, M.M.; CARVALHO, M.A.M.; et al. Performance of agouti (*Dasyprocta prymnolopha*) bred in captivity according to sex and parturition in Teresina, Piauí. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n.6, p. 2318-2322, 2004.

LUI , J.F.; NETO , A.C.; FONSECA C. Conservação e Uso de Animais Silvestres no Brasil . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Zootec.

LUICK, V.R.; EL-SAYAAD, G.A.; CHEEKE, P.R. Effect of fructo-oligosaccharides and yeast culture on growth performance of rabbits. *Journal Applied of Rabbit Research*, v.15, n.2, p.1121- 1128, 1992.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Reserch Report* .v.7 , n.1, p. 3-11, 1965 .

MCBEE, R.H. Significance of intestinal microflora in herbivory. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 2, p.165-176, 1971.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada a experimentação animal. 3 ed. Belo Horizonte : Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2010. 264p.

SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT User's guide. Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SILVIUS, K.M.; FRAGOSO, J.M.V. Red-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*): home range use in an amazonian forest: implications for the aggregated distribution of forest trees. *Biotropica*, v. 35, p. 74-83, 2003.

SISVAR, Versão 5.0, DEX/UFLA, Lavras, MG, 2007.

SNEDECOR, G.W & COCHRAN, W.G. Statistical methods. Ames: Iowa State Univ. Press, 1980.

SUPERCRAC. Ração de custo mínimo. 2000. (Versão 1.02 windows.TD Software).

VILLAMIDE, M. J. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Animal Feed Science Technology*, v. 57, n.4 : p.211-223, 1995.

VILLAMIDE M. J. ; MARTENS L.; CERVERA C. et al. A critical approach of the calculation procedures to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Science*, v.9, p. 19-25, 2001.