DIGESTIBILIDADE E VALOR BIOLÓGICO DA PROTEÍNA DA LEVEDURA SECA (*Saccharomyces* spp.) E DO FARELO DE SOJA PARA COELHOS

ANA REGINA TECHIATTI FAZANO
Zootecnista

Orientador: Dr. CYRO FÚLVIO ZINSLY

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração; Nutrição Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1986

Ao meu pai

Nelson ("in memoria")

Dedico

À minha mãe Maria

e irmãos Francisco e Carlos

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Cyro Fúlvio Zinsly cuja amizade, dedicação e orientação tornou-se possível a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos pelo incentivo, colaboração e sugestões deste trabalho

Ao Prof. Dr. Roberto Dias de Moraes e Silva pelo apoio e sugestões no Summary.

- Ao Prof. Dr. Urineu Umberto Packer pela colaboração na análise estatística.
- À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), à Coordenação de Aperfeiçoamentos de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação "Judith Buzaid" de Jaboticabal pela ajuda financeira concedida durante o curso de Pós-Graduação.
- À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP de Jaboticabal na pessoa do Prof. Dr. Ronaldo Dessimoni Carre - gal pelo empréstimo das gaiolas metabólicas.

À Granja São Roque - Piracicaba pelo fornecimento dos animais.

- À Usina Bom Retiro-Capivari pelo fornecimento da levedura seca.
- À Fábrica de Papel Piracicaba - Pirapel pelo fornecimento da polpa de celulose.
- À DURATEX - Rações Anhanguera S/A - Campinas pela análise dos aminoácidos.
- À Técnica de Laboratório Ana Maria Zani de Moura pelo auxílio nas análises laboratoriais.

INDICE

	Pág.
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1. Considerações Gerais.....	2
2.1.1. Composição química.....	6
2.1.2. Digestibilidade e valor biológico da <u>pro</u> <u>teína</u> das leveduras.....	13
2.2. Metabolismo proteico em coelhos.....	18
2.2.1. Aparelho digestivo e cecotrofia.....	18
2.3. Uso da levedura para os coelhos.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Generalidades.....	25
3.2. Tratamentos.....	26
3.3. Rações experimentais.....	27
3.4. Condução do ensaio.....	32
3.5. Coleta e preparo das amostras para análises quí micas.....	33
3.5.1. Alimento.....	33
3.5.2. Fezes.....	33
3.5.3. Urina.....	34

3.6. Cálculo do Coeficiente de Digestibilidade e do Valor Biológico.....	34
3.6.1. Coeficiente de digestibilidade aparente.	34
3.6.2. Valor Biológico Aparente.....	35
3.7. Delineamento experimental e Análise da variância.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Consumo de Alimento.....	36
4.2. Coeficiente de Digestibilidade Aparente.....	39
4.3. Valor biológico aparente.....	42
5. CONCLUSÕES.....	48
6. LITERATURA CITADA.....	50
7. APÊNDICE	60

LISTAS DE TABELAS

		Pág.
1	Composição química bromatológica das leveduras (<i>Saccharomyces</i> spp.) de álcool de cana-de-açúcar.....	8
2	Composição em minerais das leveduras da espécie <i>Saccharomyces</i> spp.....	12
3	Composição em aminoácidos essenciais das leveduras de <i>Saccharomyces</i> spp. e do farelo de soja.....	14
4	Coeficiente de digestibilidade aparente (C.D _a) de algumas espécies de leveduras.....	16
5	Valor biológico aparente (V.B _a) de algumas espécies de leveduras suplementadas ou não com metionina.....	17
6	Capacidade relativa das diferentes partes do aparelho digestivo do coelho, comparada com algumas espécies de animais domésticos.....	19
7	Composição química bromatológica dos ingredientes das rações experimentais.....	28

8	Composição em aminoácidos do farelo de soja e da levedura seca.....	29
9	Composição média percentual das rações experimentais.....	30
10	Composição química bromatológica das rações experimentais.....	31
11	Delineamento experimental e análise da variância.....	35
12	Médias para o consumo de matéria seca em gramas por kg de peso metabólico.....	37
13	Análise da variância para o consumo de matéria seca por kg de peso metabólico.....	37
14	Análise da variância para a variável fonte dentro de nível.....	38
15	Análise da variância para a variável nível dentro de fonte.....	38

16	Médias do coeficiente de digestibilidade aparente.....	41
17	Análise da variância para o coeficiente de digestibilidade aparente.....	41
18	Médias do valor biológico aparente.....	43
19	Análise da variância para o valor biológico aparente.....	44
20	Médias do nitrogênio retido em relação ao ingerido.....	45
21	Análise da variância para o nitrogênio retido em relação ao ingerido.....	45
22	Médias do nitrogênio retido em relação ao digerido.....	46
23	Análise da variância para o nitrogênio retido em relação ao digerido.....	46

DIGESTIBILIDADE E VALOR BIOLÓGICO DA PROTEÍNA DA LEVEDURA
SECA (*Saccharomyces* spp.) E DO FARELO DE SOJA
PARA COELHOS

Autor: Ana Regina Techianti Fazano

Orientador: Prof. Dr. Cyro Fúlvio Zinsly

RESUMO

O experimento teve a finalidade de determinar a qualidade da proteína da levedura seca (*Saccharomyces* spp) de destilarias de álcool de cana-de-açúcar para coelhos em crescimento, através da digestibilidade e do valor biológico, comparativamente ao farelo de soja.

O ensaio teve a duração de 28 dias, sendo 18 dias para a fase preliminar e 10 dias para a fase de coleta.

Utilizou-se 20 lâparos recém-desmamados com peso médio inicial de 930g e idade de 40 dias, de ambos os sexos, das raças Califórnia e Nova Zelândia Branco. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas medindo 0,58x0,42x0,30m e equipadas com comedouros e bebedouros automáticos.

Foram testados 4 tratamentos, através de um esquema fatorial envolvendo 2 fontes de proteína (levedura seca e farelo de soja) e dois níveis de proteína (8 e 12%). Para cada tratamento foram utilizados 5 repetições de 1 animal.

As médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína do farelo de soja: 93,37 e 91,44%, respectivamente para as rações contendo 8 e 12% de proteína bruta foram maiores ($P < 0,01$) aos observados para a levedura seca: 85,85 e 87,72%, respectivamente para os mesmos níveis protéicos.

As diferenças quanto a valor biológico da proteína do farelo de soja: 51,96 e 56,53 e da levedura seca: 55,37 e 57,17 não foram estatisticamente diferentes nos dois níveis de proteína estudados.

Sugeriu-se que parte do nitrogênio não protéico da levedura foi utilizado pelos microorganismos do ceco na síntese protéica.

DIGESTIBILITY AND BIOLOGICAL VALUE OF THE YEAST PROTEIN
(*Saccharomyces* spp.) AND THE SOYBEAN MEAL
FOR RABBITS

Author: Ana Regina Techatti Fazano

Adviser: Prof. Dr. Cyro Fúlvio Zinsly

SUMMARY

An experiment was carried out with growing rabbits in order to determine protein quality of dried yeast (*Saccharomyces* spp) from sugar cane alcohol distillery. The protein quality was determined through digestibility and biological value compared to soybean meal.

The first 18 days of the experimental period (28 days) were utilized as a preliminary phase and the last 10 days for the sample collections.

Twenty California and White New Zealand weaned rabbits of both sexes were utilized as experimental animals with initial mean body weight of 930g at 40 days of age.

The animals were housed in metabolic cages measuring 0.58 x 0.42 x 0.30m with automatic feeders and waterers.

The experimental design consisted of 4 treatments according to a factorial scheme involving 2 protein sources

(dried yeast and soybean meal) and 2 crude protein levels (C.P.) (8 and 12%).

Each treatment was allotted at random to 5 replicates (one animal per replicate).

The mean apparent digestibility coefficients of soybean meal were 93.37% and 91.44% for rations containing 8 and 12% C.P., respectively. These means were higher than those observed for dried yeast which were 85.85% and 87.72%, respectively for the same C.P. levels.

The differences between protein biological values in 8 and 12% C.P. levels for soybean meal (51.96% and 56.53%), and for dried yeast (55.37% and 57.17%), respectively, were not statistically different.

Based on the results, of the it can be suggested that part of non protein nitrogen of dried yeast was utilized by cecum microorganisms in protein synthesis.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, a pesquisa no campo da nutrição e da alimentação animal, tem sido direcionada no sentido de se substituir as fontes convencionais de nutrientes por fontes alternativas. Apesar deste procedimento visar prinpalmente a redução nos gastos com alimentação, outras vantagens poderiam ser aventadas, tais como, menor competição ao homem em relação aos alimentos de uso comum e eliminação ou redução de subprodutos poluentes.

As fontes alternativas atualmente pesquisadas são das mais variadas origens, e dentre elas, a maior atenção tem sido dada aos microorganismos, os quais segundo KIHLEBERG (1972), apresentam uma série de vantagens quando comparados às fontes convencionais de proteínas. Entre outros motivos, apresentam a vantagem de terem multiplicação rápida ,

produção independente das condições climáticas, utilizarem pequenas áreas, capacidade de se desenvolverem em diferentes tipos de substratos e ao final do processo, produzirem alimento com alto valor nutritivo.

Existem vários grupos de microorganismos que são considerados como fontes de proteínas unicelulares, dentre os quais destacam-se as leveduras (DABBAH, 1970; KIHLEBERG, 1972; YOUSRI, 1982), que tem sido consideradas as mais promissoras, fato que para o Brasil assume grande importância tendo-se em vista o potencial de produção da levedura seca (*Saccharomyces* spp) pelas destilarias de álcool.

As principais instituições de pesquisa brasileiras tem realizado inúmeros estudos com vistas à utilização da levedura seca na alimentação animal, sendo bastante variado o enfoque dado às referidas pesquisas.

Considerando-se que as leveduras são principalmente fontes de proteínas, no estudo do seu valor nutritivo é de veras interessante considerar as ponderações de ASPLUND e PFANDER (1972), para os quais, os experimentos de substituição de ingredientes, apesar de relativamente fáceis de serem conduzidos, nunca poderão ser considerados como conclusivos. Afirmam ainda que, a substituição parcial de uma fonte protéica padrão por outra sob teste, talvez seja o delineamento menos satisfatório, e concluem ser a avaliação biológica, envolvendo balanço protéico entre outros, obrigatória no estudo da avaliação de subprodutos industriais como fonte protéica.

Pelo exposto, o presente trabalho teve a finalidade precipua de determinar a qualidade da proteína da levedura seca de destilaria de álcool de cana-de-açúcar para coelhos em crescimento, medida através da digestibilidade e do valor biológico. Para melhor apreciação dos resultados, os valores obtidos foram comparados aos do farelo de soja, considerado como padrão para proteína de origem vegetal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Embora existam várias espécies de leveduras as quais por sua vez, são cultivadas nos mais variados substratos, o interesse deste trabalho é abordar principalmente aspectos ligados a levedura da espécie *Saccharomyces* spp produzida em destilarias de álcool de cana-de-açúcar, classificadas por DESMONTS (1968), como leveduras de recuperação.

As leveduras de recuperação constituem subprodutos das destilarias produtoras de álcool, e de forma resumida são obtidas da seguinte maneira:

a) Após o término da fermentação, o vinho (mosto fermentado) é centrifugado, obtendo-se de um lado o vinho de levedura e do outro, o leite de levedura.

b) Do total de leite de levedura obtido, a

maior parte é novamente enviada às dornas para fermentação de novas quantidades de mosto e o restante, em quantidades variáveis, é adicionada água e novamente contrifugada denominando-se esta operação de lavagem. O número de lavagens é variável dependendo do grau de pureza desejável no produto final.

c) Terminada a última lavagem, o leite de levedura é encaminhado a secadores rotativos, onde além da desidratação, ocorre a morte parcial das leveduras. Saindo do secador, tem-se a levedura seca, utilizada na alimentação animal.

Estas leveduras pertencem ao gênero *Saccharomyces*, e as principais espécies são a *Saccharomyces cerevisiae* (STANIER *et alii*, 1969; LIMA *et alii*, 1975) e *Saccharomyces uvarum* (LIMA *et alii*, 1975), as quais tem sido constantemente selecionadas devido ao rápido crescimento e a boa produção de álcool.

JACQUOT (1943), revelou que para as leveduras serem utilizadas sem inconvenientes na alimentação dos animais devem ser mortas através do processo de desidratação, que provoca a ruptura da membrana celular, facilitando assim a digestão. Células intactas apresentam menor digestibilidade e valor biológico como demonstrou COZZOLINO (1982), trabalhando com ratos.

Por outro lado, as leveduras vivas quando introduzidas no trato digestivo, apresentam a tendência de comportar-se como parasitas, isto é, apesar de seu elevado teor em algumas vitaminas, elas se utilizam de outras contidas no

bolo alimentar, chegando a provocar verdadeiras avitaminoses (DESMONTS, 1968).

O processo de desidratação além de prolongar o período de conservação das leveduras, facilita o transporte, armazenamento e incorporação às rações, além de evitar futuros problemas digestivos decorrentes de fermentações anormais no aparelho digestivo.

2.1.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química das leveduras pode variar em função do substrato na qual são cultivadas, método de fermentação, condições de secagem, concentração de minerais nos mostos de fermentação, lavagem para eliminação das impurezas, e ainda, idade das células (DESMONTS, 1968; KRIDER *et alii*, 1982). De todos estes fatores, o meio de cultura sobre a qual se desenvolvem é o que mais afeta a composição final das leveduras, principalmente em termos de proteínas e lipídeos (HSU, 1961).

Marques (1966), "apud" SALGADO (1976) e SALGADO (1976), verificaram que leveduras cultivadas em meios contendo sais de amônia, continham significativamente maior teor de proteína quando comparados às cultivadas em meios contendo nitrato.

Outro fator que também pode determinar alterações significativas na composição química da levedura é o número de lavagens do leite. De acordo com SALGADO (1976), leite de levedura sem lavagem ou submetido a quatro lavagens, produziu leve-

dura seca com teores de 33,62 e 42,09% de proteína bruta, respectivamente, mas por outro lado, as lavagens provocaram perdas de 39,40; 24,14 e 84,52% de matéria seca, proteína e matéria mineral, respectivamente, do material original.

A Tabela 1 apresenta a composição química bromatológica percentual de leveduras (*Saccharomyces* spp) de recuperação de destilarias de álcool de cana-de-açúcar, na qual pode ser observada certa variação nos teores de alguns componentes. Provavelmente, as diferenças advêm dos diferentes métodos de obtenção da levedura, os quais não são ainda padronizados em nosso meio.

Indiscutivelmente, o aspecto de maior interesse na levedura seca é o seu teor de proteína, o qual pode ser variável em função dos fatores anteriormente apontados. Apesar de relativamente ricas neste nutriente, nem todo nitrogênio contido na levedura se encontra na forma de proteínas e aminoácidos livres. Parte deste conteúdo nitrogenado encontra-se na forma não proteica, principalmente ácidos nucleicos, amônia, aminoácidos livres, glucosaminas, glutamina, galactosaminas, lecitina e outros compostos em menores concentrações (ROSE & HARRISON, 1970).

Convém salientar que dentre os compostos nitrogenados de origem não protéica, os ácidos nucleicos são os que ocorrem em maiores quantidades, cerca de 8 a 12% do nitrogênio total (ROSE & HARRISON, 1970; KIHLEBERG, 1972 e

Tabela 1 - Composição química bromatológica percentual de leveduras (*Saccharomyces* spp.) de recuperação de destilarias de álcool de cana-de-açúcar.

	REFERÊNCIA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Matéria Seca	90,70	93,03	91,92	93,90	89,42	92,89	87,34	89,10
Proteína Bruta	30,77	29,69	30,98	30,62	28,04	32,53	30,44	39,50
Fibra Bruta	0,13	0,93	0,94	2,35	0,26	0,78	0,42	0,08
Extrato Etéreo	1,10	1,30	1,50	1,60	0,34	0,56	0,17	0,50
Matéria Mineral	9,81	13,24	4,27	9,82	4,86	5,43	3,55	7,78
Extrativo não Nitrogenado	48,89	47,87	62,31	49,51	55,92	53,59	52,76	41,24

1) MIYADA e LAVORENTI (1979).

2) LIMA (1983).

3) MACHADO (1983).

4) FIALHO *et alii* (1983).

5) DURATEX (1985).

6) DURATEX (1985).

7) FIALHO *et alii* (1985).

8) BATTISTI *et alii* (1985).

VANANUVAT, 1977). O alto teor de ácidos nucleicos encontrados nas leveduras é decorrente do rápido crescimento dos microrganismos e comumente é apontado como limitante à utilização das leveduras na alimentação dos animais, quando fornecidas em grandes quantidades (HANSEN, 1981).

No homem, o produto final do metabolismo das purinas é o ácido úrico, o qual, a partir de certos níveis no sangue, se precipita na forma de ureatos nos tecidos e articulações, causando a gota e cálculos renais. Na maioria dos animais, entretanto, o ácido úrico é metabolizado até alantoína, a qual é eliminada, via urina. (SLAGLE & ZIMMERMAN, 1979 e HANSEN, 1981). Este fato sugere que níveis patológicos de ácido úrico no sangue não devem ocorrer nos animais, mesmo quando recebem diariamente grandes quantidades de ácido nucléico como demonstrado por HANSEN (1981), em suínos.

COZZOLINO (1982), estudando possíveis efeitos toxicológicos em sucessivas gerações de ratos utilizando a levedura seca de *Saccharomyces cerevisiae* como única fonte proteica, não observou anormalidades através dos exames histológicos. Resultados semelhantes foram obtidos por MATTOS *et alii* (1983), os quais substituíram totalmente a caseína das rações por levedura seca de *Saccharomyces cerevisiae* e não observaram alterações no fígado, rins, baço e intestino dos ratos.

Por outro lado, SLAGLE & ZIMMERMAN (1979), avaliaram o efeito da utilização do farelo de soja descorticado e de uma levedura contendo 61,8% de proteína bruta e 6% de ácidos nucléicos na matéria original na dieta de suínos recém-desmamados. Os resultados observados demonstraram que os ani-

mais que receberam dietas à base de levedura apresentaram uma maior excreção urinária de nitrogênio total, de substâncias nitrogenadas não específicas e de alantoína. Os níveis de ácido úrico no plasma foram inferiores a 0,5 mg/100ml para a soja e levedura, sendo considerados baixos e inócuos aos animais.

Os carboidratos representam de 15 a 60% do peso seco das leveduras, sendo representados em geral, por 33% de dissacarídeos livres (trealose), 12% por glicogênio, enquanto que o restante é encontrado na forma de polissacarídeos associados a proteínas e lipídeos. (PEPPLER, 1970 e ROSE & HARRISON, 1970).

HANSEN (1981), recomendou que o teor de fibra bruta da levedura seja adicionado ao conteúdo de extrativo não nitrogenado para efeito de cálculo do valor energético pelo fato do teor daquele nutriente ser extremamente baixo.

Com relação ao conteúdo energético FIALHO *et alii* (1983), trabalhando com a levedura seca de *Saccharomyces* spp de destilaria de álcool de cana-de-açúcar utilizando suínos de diferentes idades, determinaram os valores de 3878, 2908 e 2654 kcal/kg na matéria original respectivamente, para energia bruta, energia digestível e energia metabolizável.

As leveduras apresentam alto teor de matéria mineral (variando de 5 a 10% na matéria seca), sendo o potássio e o fósforo seus maiores componentes. Os restantes apresentam-se na forma de fosfatos, sais de Ca, Mg, Na, Fe, e Sna forma de sulfitos (JACQUOT, 1943; VANANUVAT, 1977 e COZZOLINO,

1982). Entretanto, as suplementações com minerais feitas no início da fermentação alcoólica e com a finalidade de proporcionar melhores condições de fermentação, podem alterar a composição final do produto. (HANSEN, 1981).

Embora a maioria das pesquisas mostrem excesso de fósforo em relação ao cálcio, MIYADA e LAVORENTI (1979); LIMA (1983) e FIALHO *et alii* (1983), trabalhando com a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, obtiveram uma relação Ca/P de 1,78; 2,20 e 1,97 as quais podem ser consideradas adequadas para a alimentação dos animais.

A Tabela 2, mostra a composição em minerais de leveduras da espécie *Saccharomyces* spp de destilaria de álcool de cana-de-açúcar.

Quanto às vitaminas, pode-se afirmar que as leveduras são muito ricas na maioria das vitaminas do complexo B (LIMA, 1966 e KIHLEBERG, 1972) com exceção da B₁₂ ou cianocobalina (HANSEN, 1981 e YOUSRI, 1982) e tem sido frequentemente utilizadas como suplemento vitamínico em dietas de monogástricos (VANANUVAT, 1977 e KRIDER *et alii* 1982), porém são desprovidas das vitaminas A e C (JACQUOT, 1943 e DESMONTS, 1968).

Além disso, as leveduras são ricas em ergosterol ou pró-vitamina D que, mediante irradiação ultra-violeta converte-se em excelente fonte de vitamina D (KRIDER *et alii*, 1982), além de conterem fatores não identificados de crescimento (LIMA, 1966).

2.1.2. DIGESTIBILIDADE E VALOR BIOLÓGICO DA PROTEÍNA DAS LEVEDURAS

Na bibliografia consultada, poucas informações foram obtidas com relação a digestibilidade da proteína da levedura do gênero *Saccharomyces*. COZZOLINO (1982), trabalhando com ratos, se utilizou de *Saccharomyces cerevisiae* cultivada em melaço de cana-de-açúcar e observou valor de 80,0% para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína. O autor considerou este valor bastante expressivo, visto os altos níveis de nitrogênio não protéico que as leveduras encerram.

FIALHO *et alii* (1983) e FIALHO *et alii* (1985), trabalhando com levedura de destilaria de álcool obtiveram valores de 66,44; 75,47 e 85,12; 93,05 para os coeficientes de digestibilidade da proteína para suínos na fase de crescimento e acabamento, respectivamente. Por outro lado, BATTISTI *et alii* (1985) encontraram os valores de 67,80 e 83,70 para as mesmas categorias de suínos.

A Tabela 3 apresenta a composição em aminoácidos de leveduras (*Saccharomyces* spp) de destilarias de álcool de cana-de-açúcar e do farelo de soja, através da qual se observa que as leveduras apresentam elevados teores de lisina, razão pela qual sua utilização como suplemento protéico em dietas à base de cereais é recomendada (KIHLEBERG, 1972).

Tabela 3. Composição em aminoácidos de leveduras (*Saccharomyces* spp.) de destilarias de álcool de cana-de-açúcar e do farelo de soja

	% no alimento seco								% da proteína							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Proteína %	50,77	50,62	29,60	28,04	32,55	34,77	30,44	46,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Alanina	-	-	-	2,26	2,44	1,91	-	-	-	-	-	8,06	7,50	5,49	-	-
Arginina	0,08	1,35	1,24	1,31	1,64	1,56	1,30	3,25	3,18	4,41	4,18	4,67	5,04	4,49	4,27	7,06
Ácido Aspártico	-	-	-	3,28	3,62	3,49	-	-	-	-	-	11,70	11,13	10,04	-	-
Cistina	-	-	-	0,30	0,30	0,29	0,30	0,67	-	-	-	1,07	0,92	0,83	0,98	1,46
Fenilalanina	1,06	1,27	1,15	1,27	1,50	1,63	1,33	2,26	3,44	4,15	3,80	4,53	4,61	4,69	4,37	4,91
Glicina	-	-	-	1,21	1,39	1,46	-	-	-	-	-	4,31	4,27	4,19	-	-
Ácido Glutâmico	-	-	-	4,20	4,97	4,15	-	-	-	-	-	14,08	15,28	11,93	-	-
Histidina	0,47	-	0,48	-	-	-	-	1,14	1,53	-	1,62	-	-	-	-	2,38
Isoleucina	1,37	1,49	1,32	1,56	1,62	1,71	1,53	2,44	4,45	4,87	4,44	5,56	4,98	4,92	5,03	5,30
Leucina	2,02	2,41	2,07	2,25	2,61	2,52	2,40	3,49	6,56	7,87	6,97	8,02	8,02	7,25	7,88	7,59
Lisina	1,87	1,75	1,88	2,24	1,91	2,47	2,44	2,92	6,08	5,71	6,33	7,99	5,87	7,10	8,01	6,35
Metionina	1,27	0,47	0,40	0,45	0,44	0,50	0,52	0,60	4,13	1,53	1,35	1,60	1,35	1,44	1,70	1,50
Prolina	-	-	-	1,19	1,18	1,37	-	-	-	-	-	4,24	3,63	3,94	-	-
Serina	-	-	-	1,75	2,00	1,74	-	-	-	-	-	6,24	6,15	5,00	-	-
Treonina	1,57	1,37	1,37	1,63	1,59	1,70	1,88	1,78	5,10	4,47	4,61	5,81	4,89	4,89	6,18	3,87
Triptofano	-	0,56	0,56	-	-	-	0,38	0,65	-	1,83	1,89	-	-	-	1,25	1,41
Valina	1,97	2,02	1,70	1,96	2,08	2,15	1,84	2,36	6,40	6,60	5,72	6,99	6,39	6,18	6,05	5,13

1 - RIVIERA e LAURENTI, (1979)

4 - DURATEX, (1985)

7 - FIALHO et al., (1985)

2 - FIALHO et al., (1983)

5 - DURATEX, (1985)

8 - N.R.C., (1977)

3 - LIMA, (1983)

6 - DURATEX, (1985)

COZZOLINO (1982), estudando o valor nutritivo da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) cultivada em melaço de cana-de-açúcar, verificou que a proteína da levedura apresentou teor de lisina bastante superior ao encontrado na proteína do ovo, porém, foi verificada deficiência moderada para alguns aminoácidos essenciais, principalmente os sulfurados.

Por outro lado, NELSON *et alii* (1959), estudaram 271 diferentes tipos de leveduras e observaram uma grande variação nos teores de lisina, metionina e triptofano entre as espécies e entre as linhagens de uma mesma espécie. Entretanto, observaram que a distribuição relativa dos três aminoácidos foi geralmente a mesma, ou seja, lisina se apresentou em quantidades 5 a 6 vezes superiores ao de metionina e esta em quantidades 1,5 vezes maior que o triptofano.

Os resultados de alguns ensaios biológicos feitos com ratos visando determinar a qualidade da proteína de leveduras estão apresentados na Tabela 4, na qual se observa que a suplementação com metionina resultou em um aumento da qualidade da proteína, fato que vem comprovar a deficiência desta nos aminoácidos sulfurados.

LIMA (1966), aponta a diferente composição em aminoácidos e a presença de níveis relativamente altos dos ácidos nucléicos como causa da variação nos resultados do valor biológico da proteína e conseqüentemente, no resultado do desempenho das espécies de animais domésticos.

Tabela 4. Valor biológico aparente (V.B_a) de algumas espécies de leveduras suplementadas ou não com metionina

Espécies	V.B _a	Referência
<i>Candida spp</i> , produzida em hidrocarbonetos	58,00	SMITH e PALMER, (1976)
<i>Candida spp</i> + 0,18% de DL- metionina	85,00	SMITH e PALMER, (1976)
<i>Rhodotorula gracilis</i> , produzida em melão de cana-de-açúcar,	59,00	SALES <i>et alii</i> , (1977)
<i>Rhodotorula gracilis</i> + 0,40% de DL-metionina	90,00	SALES <i>et alii</i> , (1977)
<i>Candida utilis</i> , produzida em melão de cana-de-açúcar	55,00	SALES <i>et alii</i> , (1977)
<i>Candida utilis</i> + 0,40% de DL-metionina	88,00	SALES <i>et alii</i> , (1977)

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade aparente (C.D_a) de algumas espécies de leveduras

Espécies	C.D _a	Referência
<i>Candida</i> spp., produzida em hidrocarbonetos.	88,00	SMITH e PALMER, (1976)
<i>Rhodotorula gracilis</i> , produzida em melão de cana-de-açúcar	83,00	SALES <i>et alii</i> , (1977)
<i>Candida utilis</i> , produzida em melão de cana-de-açúcar	84,00	SALES <i>et alii</i> , (1977)

Apesar da composição química sofrer variações com os diferentes tipos de leveduras e com o substrato, observa-se de maneira geral, que as leveduras apresentam boa digestibilidade de todos os seus nutrientes, em particular da fração nitrogenada (SLAGLE & ZIMMERMANN, 1979 e HANSEN, 1981), como pode ser visto na Tabela 5, na qual são apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de algumas espécies de leveduras, determinados com ratos.

2.2. METABOLISMO PROTÉICO EM COELHOS

2.2.1. APARELHO DIGESTIVO E CECOTROFAGIA

O coelho é classificado como um animal monogástrico herbívoro, apresentando aparelho digestivo proporcionalmente bastante desenvolvido e capaz de digerir eficientemente alimentos grosseiros e de baixa qualidade.

A Tabela 6 mostra a capacidade relativa das diferentes partes do aparelho digestivo do coelho comparada com algumas espécies de animais domésticos, segundo SCHIOLAUT (1982).

O que se observa pela Tabela em questão, é o grande desenvolvimento do estômago e do ceco, órgãos responsáveis respectivamente pela digestão química e microbiana dos alimentos.

A característica mais importante encontrada no

Tabela 6. Capacidade relativa das diferentes partes do aparelho digestivo do coelho (%) comparada com algumas espécies de animais domésticos.

	Bovinos	Equinos	Suínos	Coelhos
Estomago	70	9	29	34
Intestino Delgado	19	30	33	11
Ceco	3	16	6	49
Intestino Grosso	8	45	32	6

mecanismo de digestão dos coelhos é o fato dos mesmos habitualmente praticarem a Cecotrofagia a qual apresenta certas particularidades bastante interessantes.

TAYLOR (1940), verificou que as pelotas de fezes encontrados no estomago do coelho eram tomadas diretamente do anus, deglutidas inteiras e que esta operação somente se realizava a noite. Posteriormente, THACKER & BRANDT (1955) com a utilização de óxido crômico radiativo, provaram serem as fezes noturnas de origem cecal.

A comparação de que as fezes noturnas tem origem cecal, propiciou a melhor compreensão dos processos que tem lugar no ceco, como também permitiu melhor avaliação das vantagens advindas da ingestão destas fezes. Outra consequência foi a denominação de cecotrofe para as fezes noturnas e cecotrofagia para o processo de ingestão deste tipo particular de excreta.

Sabe-se que consideráveis quantidades de vitaminas do complexo B são sintetizadas no ceco e aproveitadas através da cecotrofagia.

OLCESE *et alii* (1948), forneceram rações purificadas, quase isenta de ácido pantotênico, riboflavina, biotina e ácido fólico e observaram na excreta dos coelhos quantidades muito superiores às ingeridas com a dieta. Posteriormente, OLCESE *et alii* (1949), em trabalho semelhante, verificaram que grandes quantidades de niacina eram também produzidas, através da síntese, no trato digestivo do coelho.

KULWICH *et alii* (1953), observaram que através da cecotrofagia, o coelho consegue obter 83% de niacina, 100% de riboflavina, 165% de ácido pantotênico e 42% de vitamina B₁₂ acima de suas necessidades.

Além da síntese de vitaminas, no ceco ocorre também produção de proteína microbiana, calculada por SPREADBURY (1978), como sendo da ordem de 2,0 g por dia. Através da cecotrofagia, o coelho consegue aproveitar a proteína sintetizada no ceco, a qual por sua vez, concorre para aumentar a digestibilidade e o valor biológico da proteína do alimento, como foi demonstrado por HUANG *et alii* (1954); THACKER & BRANDT (1955) e BATTAGLINI (1968).

A redução na digestibilidade e na retenção de nitrogênio, como consequência da ausência da cecotrofagia é explicada por THACKER e BRANDT (1955), como resultado da alta excreção de nitrogênio metabólico, o qual, quando ingerido atra-

vés dos cecotrofes, passa a ser completamente aproveitado.

O aumento no valor biológico é consequência da síntese de aminoácidos que ocorre no ceco (Proto, 1969 "apud" LANG, 1981). Aparentemente, a maioria dos aminoácidos são sintetizados, mas até o momento a síntese foi provada apenas para metionina e cistina (KULWICH *et alii*, 1954). Os autores forneceram ^{35}S na forma de sulfato e, posteriormente detectaram a presença do elemento radiativo nos aminoácidos sulfurados.

Devido a esta síntese de aminoácidos, o coelho adulto é capaz de sobreviver com dietas contendo proteína de baixa qualidade, desde que o alimento fornecido tenha todos os ingredientes necessários para os microorganismos realizarem a síntese.

Por outro lado, sabe-se que coelhos jovens são extremamente dependentes dos aminoácidos da dieta para crescimento normal e sempre respondem a suplementação com aminoácidos essenciais como demonstraram McWARD *et alii* (1967); CHEEKE (1971); ADAMSON e FISHER (1973) e (1976); Davidson & Spreadbury (1973) e Spreadbury (1974) "apud" LANG (1981), trabalhando com arginina, CHEEKE (1971) ADAMSON E FISHER (1973); COLIN (1975); SPREADBURY (1978) com metionina e lisina.

Apesar do conhecimento dos fatos descritos anteriormente, a exigência de coelhos em crescimento para os aminoácidos essenciais ainda não está estabelecida, em virtude da disparidade nas informações disponíveis. Segundo BALDISSERA (1982), a principal causa destas variações se deve ao desconhe

cimento da exigência para certos nutrientes, bem como, os métodos utilizados.

Para determinação da exigência proteica e de aminoácidos comumente tem-se utilizado o método do balanço de nitrogênio e análise de carcaça, os quais possuem suas vantagens e desvantagens. Apesar das limitações, o método do balanço de nitrogênio tem sido o mais utilizado.

Para interpretar os dados obtidos pela técnica do balanço de nitrogênio é necessário considerar as excreções urinárias e metabólicas fecais, que servirão para estimar a digestibilidade verdadeira e a qualidade da proteína, expressa pelo valor biológico. Infelizmente, a determinação do nitrogênio endógeno urinário e metabólico fecal, é afetado pelas dificuldades nas coletas e incorreções dos métodos BALDISSERA (1982).

Além destes aspectos, outros tem sido considerados com a finalidade de melhorar a precisão nos resultados do balanço de nitrogênio. SLADE e ROBINSON (1970) e BALDISSERA (1982), obtiveram balanço positivo de nitrogênio em coelhos adultos com ingestão diária respectivamente de 1,56 e 1,20 g de proteína digestível por quilo de peso vivo.

BALDISSERA (1982), relata ainda que os animais mantiveram o peso corporal recebendo 3,80 ou 8,50 g de proteína digestível por dia e que dietas contendo 5,0% de proteína bruta foram suficiente para manutenção do peso dos animais.

2.3. USO DA LEVEDURA PARA OS COELHOS

Em virtude do potencial brasileiro de produção e do seu valor nutritivo, muitos estudos tem sido realizados com o intuito de se averiguar a possibilidade e os níveis de utilização da levedura seca de *Saccharomyces* spp de recuperação das destilarias de álcool de cana-de-açúcar na alimentação dos animais domésticos. Os resultados obtidos até o momento são promissores e justificam o estudo deste subproduto com vista à alimentação dos coelhos.

Porém, até o momento são bastante escassas as informações sobre a utilização de microorganismos na alimentação destes roedores, principalmente, em se tratando de informações acerca do seu valor nutritivo em termos de digestibilidade e valor biológico da proteína e suas normas de utilização.

ATABEKYAN *et alii* (1977), forneceram micélio de *Aspergillus niger* (subproduto da fabricação de ácido cítrico) em várias proporções para coelhos em crescimento e não obtiveram diferença significativa no ganho de peso e índice de conversão alimentar entre o lote testemunha e aos animais que haviam recebido micélio.

Por outro lado, CANTONI e D'AUBERT (1977), se utilizaram de um produto industrial (ZIMOYEAST), provenientes, de culturas de *Saccharomyces cerevisiae* e *Kluyveromyces fragilis* para estudar o efeito do fornecimento da levedura viva sobre

as bactérias do intestino. Decorridos 7 e 15 dias do início do fornecimento, os coelhos estavam 6 e 10% respectivamente mais pesados que a testemunha e tinham maior quantidade de levedura no estomago e ceco, e apresentaram tendência a inibição de bactérias Gran-negativas e redução do pH no estomago, ceco e fezes.

No Brasil, resultados preliminares citados por PROENÇA *et alii* (1982), indicaram a possibilidade de utilização da levedura seca de destilaria de álcool de cana-de-açúcar para os coelhos. Os autores testaram a possibilidade do uso da levedura recuperada no processo de produção de álcool como fonte protéica para 20 coelhos em crescimento (45 até 70 dias de idade). Foram utilizadas 4 rações fareladas contendo níveis de 0; 10 e 15% de levedura. Não foram encontradas diferenças significativas para ganho de peso, consumo diário de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça, como também não foi observado alteração na taxa de mortalidade dos animais em função dos tratamentos utilizados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. GENERALIDADES

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ, Piracicaba.

Foram utilizadas lâpãros recém-desmamados com peso médio inicial de 930g e idade de 40 dias, de ambos os sexos, das raças Califórnia e Nova Zelândia Branco e procedentes da Granja São Roque, em Piracicaba.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas medindo 0,58 x 0,42 x 0,30m, descritas por CARREGAL (1976), e equipadas com comedouros e bebedouros automáticos.

3.2. TRATAMENTOS

Na bibliografia consultada não foram encontradas informações à respeito do nível adequado de proteína para ensaios do tipo utilizado no presente trabalho. Por esta razão, realizou-se um ensaio preliminar no qual foram utilizadas rações contendo 12 e 16% de proteína bruta, de acordo com as recomendações do N.R.C. (1977), o qual preconiza aqueles níveis para coelhos em manutenção e crescimento, respectivamente.

A ração com 16% de proteína bruta e que continha 60% de levedura seca, se mostrou inadequada, pois os animais foram acometidos de severa diarreia, causando inclusive a morte de alguns.

Como a ração que continha levedura seca e 12% de proteína bruta se mostrou adequada, optou-se pela redução do nível de proteína para 8,0%. Assim, os tratamentos utilizados foram os seguintes:

Tratamentos	Caracterização
S ₈	ração contendo farelo de soja e 8,0% de proteína bruta
L ₈	ração contendo levedura seca e 8,0% de proteína bruta
S ₁₂	ração contendo farelo de soja e 12,0% de proteína bruta
L ₁₂	ração contendo levedura seca e 12,0% de proteína bruta

3.3. RAÇÕES EXPERIMENTAIS

A formulação das rações experimentais foi baseada na recomendação de GAMAN e FISHER (1970), para rações purificadas e segundo as análises químicas bromatológicas dos ingredientes, a qual é apresentada na Tabela 7. A composição em aminoácidos do farelo de soja e levedura seca, é mostrada na Tabela 8.

A polpa de celulose foi fornecida pela PIRA-PEL - Indústria de Papel Piracicaba S/A e apresentava alto teor de umidade, motivo pelo qual foi necessária secagem em estufa a 60°C para posteriormente ser submetida a moagem em moinho de martelo com peneira de 2mm.

A levedura foi obtida junto a Usina Bom Retiro, município de Capivari - SP.

Para a peletização, utilizou-se equipamento marca SILVER modelo CZ-350, sem vapor, tendo os pelets, 4mm de diâmetro e 6mm de comprimento.

A Tabela 9 apresenta a composição média percentual das rações experimentais.

As análises químicas bromatológicas realizadas com as amostras das rações experimentais coletadas durante o transcorrer do período experimental, revelaram a composição média que está apresentada na Tabela 10.

Tabela 7. Composição química bromatológica percentual dos ingredientes das rações experimentais *

	Ingredientes				
	Farelo de soja	Levedura seca	Polpa de celulose	Amido de milho	Açúcar
Materia Seca	86,65	96,65	95,11	89,19	99,86
Proteína bruta	48,39	26,75	0,00	0,25	-
Fibra bruta	5,49	0,36	83,15	0,03	-
Extrato etéreo	0,44	0,24	0,38	0,03	-
Materia mineral	6,17	11,29	0,34	0,05	0,02
Extrato não nitrogenado	26,16	58,01	11,24	88,83	99,84
Nitrogênio total	7,56	4,28	-	-	-
Nitrogênio não protéico	0,48	0,71	-	-	-
Nitrogênio protéico	7,14	3,60	-	-	-
Cálcio	0,39	1,43	-	-	-
Fósforo	0,57	0,59	-	-	-

* Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba.

Tabela 8. Composição em aminoácidos do Farelo de Soja e da Levedura Seca *

		% no alimento		% da proteína	
		Farelo de soja	Levedura seca	Farelo de soja	Levedura seca
Proteína	%	48,39	26,75	-	-
Alanina		2,215	1,634	4,577	6,108
Arginina		3,364	1,065	6,952	3,980
Ácido Aspártico		5,762	2,803	11,908	10,480
Cistina		0,722	0,282	1,491	1,056
Fenilalanina		2,355	0,965	4,867	3,608
Glicina		2,099	1,670	4,338	4,000
Ácido Glutâmico		10,047	3,644	20,762	13,624
Isoleucina		2,016	1,135	4,166	4,244
Leucina		4,009	1,819	8,285	6,800
Lisina		2,930	1,684	6,055	6,296
Metionina		0,664	0,370	1,372	1,384
Prolina		2,689	0,949	5,558	3,548
Serina		2,842	1,430	5,873	5,348
Treonina		2,010	1,384	4,153	5,176
Triptofano		0,590	0,283	1,220	1,060
Valina		2,188	1,383	4,522	5,172

* DURATEX - Rações Anhanguera S.A.

Tabela 9. Composição média percentual das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	S ₈	L ₈	S ₁₂	L ₁₂
Farelo de soja	16,60	-	25,00	-
Levedura seca	-	30,00	-	45,00
Polpa de celulose	15,20	16,20	14,50	16,00
Amido de milho	56,30	42,80	48,70	28,90
Óleo de soja	4,00	4,00	4,00	4,00
Açúcar	5,00	5,00	5,00	5,00
Premix*	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato bicálcico	1,30	0,90	1,00	-
Farinha de ostra	0,50	-	0,70	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

* Premix mineral e vitamínico (Supre Mais produtos bioquímicos Ltda) suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 12mg de Cu; 80mg de Fe; 5mg de I; 60mg de Mn; 1mg de Se; 50mg de Zn; 7.500 U.I. de vit.A; 1.000 U.I. de vit D₃; 10mg de vit E; 3 mg de vit K₃; 2 mg de vit B₁; 4mg de vit B₂; 10 mg de vit B₁₂; 8mg de ácido Pantotênico; 20mg de Niacina; 250mg de Colina; 125mg de Etoxiquim e 125mg de Cocci-diostático (Anprol).

Tabela 10. Composição química bromatológica percentual das rações experimentais. *

	Tratamentos			
	S ₈	L ₈	S ₁₂	L ₁₂
Materia seca	94,10	93,76	94,30	94,74
Proteína bruta	8,57	8,53	12,47	12,48
Fibra bruta	13,41	12,50	13,49	12,63
Extrato etéreo	4,25	4,18	4,99	4,50
Materia mineral	3,27	4,76	3,57	5,58
Extrato não nitrogenado	63,59	63,18	60,77	60,54

* Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba.

3.4. CONDUÇÃO DO ENSAIO

O ensaio foi conduzido segundo o delineamento inteiramente ao acaso, constituído por 4 tratamentos com 5 repetições sendo 1 animal para cada repetição, no qual se utilizou a coleta total de fezes e urina.

Por ocasião do recebimento, os animais foram pesados, sexados, tatuados e distribuídos pelos tratamentos. Cada tratamento recebeu igual número de animais quanto a raça, sexo e semelhança quanto ao peso.

A duração total do ensaio foi de 28 dias, sendo considerado um período preliminar de 18 dias e um principal ou de coleta de 10 dias. Durante o transcorrer do período experimental, os animais receberam ração e água à vontade, sendo o consumo de ração controlado diariamente e o fornecimento feito em apenas uma refeição, pela manhã.

As fezes eram coletadas diariamente por volta das 18:00 horas, embaladas em sacos plásticos e guardadas em congelador à -20°C .

A coleta da urina era feita diariamente às 8:00 horas e guardadas em frascos contendo ácido clorídrico diluído em água na proporção de 1:1, em quantidades diferentes para cada animal, mas suficiente para manter o pH abaixo de 3,0. Estas quantidades foram previamente determinadas no período preliminar, mas diariamente o pH era medido e quando necessário, novas quantidades de ácido clorídrico eram adicionadas. Poste- X

riormente era guardada em frascos plásticos em geladeira a 3°C .

3.5. COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISES QUÍMICAS

3.5.1. ALIMENTO

Diariamente, antes do fornecimento aos animais, as rações experimentais eram devidamente homogeneizadas e retirada amostras que em seguida eram guardadas em sacos plásticos.

No final do período experimental, o material coletado foi moído em moinho tipo "Willey" com peneira de 1mm.

3.5.2. FEZES

Após o término do período de coleta, as fezes foram pesadas, e foram secas em estufa de ventilação forçada a 60°C durante 48 horas. Decorrido o tempo, o material foi retirado e deixado exposto ao ar para ocorrer o equilíbrio com o meio ambiente.

Estabilizada, as amostras foram novamente pesadas, obtendo-se assim a primeira matéria seca das fezes, e então moídas em moinho tipo "Willey" com peneira de 1mm.

3.5.3. URINA

No final do ensaio, procedeu-se a medição do volume de urina coletada, desprezou-se metade do volume total e o restante foi mantido em geladeira para posterior análise.

3.6. CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE E DO VALOR BIOLÓGICO

A determinação dos constituintes químicos bromatológicos foram realizados seguindo os métodos descritos pela "Association of Official Agricultural Chemist" (A.O.A.C., 1980).

As fórmulas usadas para efetuar o cálculo do coeficiente de digestibilidade e do valor biológico estão descritas a seguir:

3.6.1. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (C.D_A)

$$C.D_a = 1 - \frac{N.E.}{N.I.} \times 100 \quad \text{onde:}$$

N.E. = nitrogênio excretado

N.I. = nitrogênio ingerido

3.6.2. VALOR BIOLÓGICO APARENTE (V.B_A)

$$V.B_a = \frac{N.I. - (N.F. + N.U.)}{N.I. - N.F.} \times 100 \quad \text{onde:}$$

N.F. = nitrogênio das fezes

N.U. = nitrogênio da urina

3.7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Os dados foram analisados de acordo com o modelo fatorial inteiramente ao acaso, envolvendo 2 fontes de proteína e 2 níveis proteico, com 5 repetições de um animal.

O esquema de análise de variância (PIMENTEL GOMES, 1985), está apresentada na Tabela 11.

Tabela 11. Esquema de análise de variância

Fontes de variação	G.L.
Rações	3
Fontes (F)	1
Níveis (N)	1
F X N	1
Resíduo	16
Total	19

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CONSUMO DE ALIMENTO

Com a finalidade de determinar o consumo voluntário, para posterior uniformização das quantidades de alimento a serem fornecidas, no período preliminar do ensaio, os animais receberam alimentação "ad libitum". Pelo fato do consumo se mostrar uniforme entre os tratamentos, decidiu-se continuar com o mesmo programa de arrazoamento.

Por ocasião da análise dos resultados, entretanto, foram observadas diferenças no consumo entre os tratamentos no período de coleta e por esta razão, procurou-se estudar com mais detalhes aquelas diferenças pois, de acordo com Reid & Tyrrel (1964) "apud" MAYNARD *et alii* (1979) em coelhos o nível de consumo afeta a digestibilidade dos nutrientes tanto de concentrados como de volumosos.

Na Tabela 12 são apresentados as médias de consumo de matéria seca por quilograma de peso metabólico e na Tabela 13 a respectiva análise da variância.

A análise da variância mostra que as diferenças no consumo não foram significativas quanto à fonte e nível de proteína, mas foram significativas para a interação entre essas variáveis. Os desdobramentos dos graus de liberdade da interação, considerando fonte dentro de nível e nível dentro de fonte, são apresentados na Tabela 14 e Tabela 15, respectivamente.

Tabela 12. Médias para o consumo de materia seca em gramas por kg de peso metabólico.

Fontes	Níveis		média/fontes
	8	12	
Farelo de soja	350,81	400,20	375,50
Levedura Seca	401,34	365,82	383,58
Média / níveis	376,07	383,01	397,54

Tabela 13. Análise da variância para o consumo de matéria seca por kg de peso metabólico.

Causas de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios	Teste F
Fontes (F)	1	326,35	0,21 ^{ns}
Níveis (N)	1	240,33	0,15 ^{ns}
F x N	1	9012,13	5,78 (P<0,05)
Resíduo	16	1559,97	

Coeficiente de variação (C.V.%) = 10,41

N.S. = são significativos

(P<0,05) = significativo a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 14. Análise da variância para a variável fonte dentro de nível

Causas de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios	Teste F
Fontes (F)	1	326,35	0,21 ^{ns}
F/nível 8	1	6.384,21	4,09 (P<0,10)
F/nível 12	1	2.954,27	1,89 ^{ns}
Resíduo	16	1.559,97	

NS = não significativo

(P<0,10) = significativo a nível de 10% de probabilidade.

Tabela 15. Análise da variância para a variável nível dentro de fonte

Causas de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios	Teste F
Níveis (N)	1	240,33	0,15 ^{ns}
N/ soja	1	6.097,94	3,91 (P<0,10)
N/ levedura	1	3.154,53	2,02 ^{ns}
Resíduo	16	1.559,97	

NS = não significativo

(P<0,10) = significativo a nível de 10% de probabilidade

O desdobramento, considerando fonte dentro de nível, mostra que as diferenças observadas foram significativas apenas para o nível dentro de 8,0% de proteína, e o desdobramento para nível de fonte, mostra diferenças significativas para os dois níveis de proteína, sendo entretanto maior para o farelo de soja.

Nas condições do ensaio, não foi possível determinar a causa das variações, como também fatos semelhantes não foram encontrados na literatura consultada.

4.2. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE

Os resultados obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína são apresentados nas Tabelas 16 e a respectiva análise da variância na Tabela 17.

A análise da variância mostra que as diferenças entre os coeficientes de digestibilidade foram significativas apenas para as fontes de proteína e, portanto, que o farelo de soja foi superior à levedura.

Os resultados obtidos com relação a levedura podem ser considerados altamente favoráveis se considerados os teores de nitrogênio não protéico (NNP) entre as duas fontes estudadas. Assim, o farelo de soja e a levedura apresentaram teores de 5,42 e 16,12% de NNP, respectivamente, fato que permite concluir ter havido aproveitamento do NNP da levedura para sín-

tese protéica e posterior recuperação da proteína sintetizada através da cecotrofagia, segundo os informes de HUANG *et alii* (1954); THACKER & BRANDT (1955); BATTAGLINI (1968) e SPREADBURY (1978).

Por outro lado, o exame da Tabela 16. mostra que o aumento do teor de proteína da ração provocou redução na digestibilidade para o farelo de soja e inversamente, aumentou para levedura, como pode ser observado pelos índices relativos dos coeficientes de digestibilidade, mostrados na Tabela 18. Uma explicação plausível para o fato, seria que o aumento do teor de levedura na ração teria favorecido a síntese protéica, mas as diferenças observadas quanto ao consumo de alimento, torna perigosa a afirmação, pois o aumento ou redução no consumo pôde ter contribuído para as alterações nos coeficientes de digestibilidade.

Os resultados obtidos no presente trabalho, revelam de maneira geral que os coelhos conseguem aproveitar com maior eficiência a fração nitrogenada da levedura seca de destilarias de álcool, quando comparado aos ratos e suínos. Assim COZZOLINO (1982), trabalhando com ratos e FIALHO *et alii* (1983) e BATTISTI *et alii* (1985) trabalhando com suínos, encontraram valores mais baixos para os coeficientes de digestibilidade da proteína de levedura. Valores mais altos foram encontrados por FIALHO *et alii* (1985) com suínos na fase de terminação e semelhantes para suínos na fase de crescimento.

Finalmente, os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com outros autores, segundo os quais as leveduras apresentam alta digestibilidade de sua fração ni-

Tabela 16. Médias do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína.

Fontes	Níveis (%)		médias/fontes
	8	12	
farelo de soja	93,37	91,44	92,40
levedura seca	85,85	87,72	86,78
Média/níveis	89,61	89,58	89,59

Tabela 17. Análise da variância para o coeficiente de digestibilidade aparente.

Causas de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios	Teste F
Fontes (F)	1	157,7000	17,186 (P<0,01)
Níveis (N)	1	0,0100	0,0001 ^{ns}
F x N	1	18,1232	1,975 ^{ns}
Resíduo	16	9,1758	

Coeficiente de variação (C.V.%) = 3,38

NS = não significativo

(P<0,01) = significativo a nível de 1% de probabilidade.

Tabela 18 - Índices relativos dos coeficientes de digestibilidade aparente para níveis de proteína.

Fontes	Níveis (%)	
	8	12
farelo de soja	100	97,93
levedura seca	100	102,17

trogenada, independente da espécie animal.

4.3. VALOR BIOLÓGICO APARENTE

Os resultados obtidos para o valor biológico a parente estão apresentados na Tabela 18 e a respectiva análise da variância na Tabela 19.

Apesar da análise da variância mostrar que as diferenças observadas não foram significativas para as variáuveis consideradas, nota-se pequeno decréscimo no valor biolugico com o aumento do teor de proteína das rações e ainda, que o efeito foi menor na levedura, quando comparada ao farelo de souja.

De maneira semelhante ao observado com os coeficientes de digestibilidade aparente, a síntese microbiana no ceco deve ter contribuído para os resultados observados quanto ao valor biológico da proteína da levedura, de acôurdo com os relatos de HUANG *et alii* (1954); HACKER & BRANDT (1955); BATTuGLINI (1968); SPREADBURY (1978) e Proto "apud" LANG (1981), mas novamente, não pode ser desconsiderada a possibilidade do consumo de alimento ter influido também nos resultados.

No presente caso, entretanto, é possível se afirmar com relativa segurança que a síntese protéica microbiana contribuiu para melhor utilização da fração nitrogenada da levedura. Para tanto, basta observar os resultados de retenção de nitrogênio, apresentados nas Tabelas 20 e 22 e respec-

tivas análises das variâncias nas Tabelas 21 e 23.

Apesar da análise da variância mostrar que as diferenças não foram significativas, observa-se que enquanto a retenção de nitrogênio em relação ao ingerido foi mais baixa para a levedura, a retenção do nitrogênio em relação ao digerido aconteceu de maneira inversa.

Comparando-se a composição em aminoácidos do farelo de soja e da levedura, apresentada na Tabela 8 é possível verificar que a proteína da levedura apresenta alguns aminoácidos essenciais em níveis mais baixos aos observados para o farelo de soja e portanto, a maior retenção do nitrogênio digerido talvez possa ser explicado pela melhora na qualidade da proteína da levedura através da síntese protéica microbiana que ocorre no ceco.

Tabela 19. Médias do valor biológico aparente

Fontes	Níveis		Média/Fontes
	8	12	
Farelo de Soja	56,53	51,96	54,24
Levedura Seca	57,17	55,37	56,27
Média/níveis	56,85	53,66	55,25

Tabela 20. Análise da variância para o valor biológico aparente.

Causas de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios	Teste F
Fontes (F)	1	20,442474	0,147 ns
Níveis (N)	1	50,625702	0,365 ns
F x N	1	9,521942	0,069 ns
Resíduos	16	138,55025	-

Coefficiente de variação (C.V. %) = 21,30

NS = não significativo

Tabela 21. Médias do nitrogênio retido em relação ao ingerido

	Níveis (%)		média/fontes
	8	12	
Farelo de soja	53,33	47,87	50,60
Levedura seca	49,39	47,01	48,20
Média/níveis	51,36	47,44	49,40

Tabela 22. Análise da variância para o nitrogênio retido em relação ao ingerido.

Causas de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios	Teste F
Fontes (F)	1	18,70	0,20 ^{ns}
Níveis (N)	1	53,27	0,58 ^{ns}
F x N	1	15,53	0,17 ^{ns}
Resíduo	16	91,29	-

Coeficiente de variação (C.V. %) = 19,47

NS = não significativo

Tabela 23. Médias do nitrogênio retido em relação ao digerido

	Níveis (%)		média/fontes
	8	12	
Farelo de soja	57,14	52,32	54,73
Levedura seca	57,60	53,55	55,57
média/níveis	57,37	52,93	55,15

Tabela 24. Análise da variância para o nitrogênio retido em relação ao digerido.

Causas de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios	Teste F
Fontes (F)	1	8,53	0,07 ^{ns}
Níveis (N)	1	67,42	0,53 ^{ns}
F x N	1	2,20	0,02 ^{ns}
Resíduo	16	126,81	

Coeficiente de variação (C.V. %) = 20,50

NS = não significativo

Apesar da inexistência de dados relativos ao valor biológico da levedura seca de *Saccharomyces* spp. na literatura, pode-se observar que os dados obtidos no presente ensaio estão de acordo com os encontrados para outras espécies de leveduras como mostra SMITH & PALMER (1976) e SALES *et alii* (1977).

Os níveis de proteína e a formulação das rações mostraram-se adequados para o tipo de ensaio realizado, pois o balanço de nitrogênio foi positivo, como também não foram observadas anormalidades quanto aos animais, em função dos tratamentos a que foram submetidos. Apesar de reduzido, observou-se ganho de peso entre os animais.

Com a finalidade de uniformização, talvez o nível protéico da ração para a determinação do valor biológico da proteína em coelhos pudesse ser fixado em 10,0%, a exemplo, do utilizado em ensaios com ratos.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que apesar dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína da levedura serem estatisticamente inferiores aos observados para o farelo de soja, podem ser considerados altamente favoráveis, tendo-se em vista o maior conteúdo de nitrogênio não protéico da levedura.

O menor consumo da ração contendo levedura e 12% de proteína bruta pode ter contribuído para redução da diferença entre as fontes protéicas estudadas, mas a maior utilização do nitrogênio não protéico da levedura, também pode ser considerado como causa da referida redução.

Com relação ao valor biológico, às diferenças observadas não foram estatisticamente diferentes e considerando-se a menor concentração de alguns aminoácidos essenciais

na proteína da levedura, é perfeitamente lícito admitir que o nitrogênio não protéico contido neste subproduto, foi largamente utilizado pelos microorganismos do ceco para síntese protéica.

Os níveis de proteína das rações mostraram-se adequados para o tipo de ensaio realizado, pois durante todo o período observou-se balanço positivo de nitrogênio e ausência de anormalidades quanto aos animais.

6. LITERATURA CITADA

ADAMSON, I e H. FISHER, 1973. Amino acid requeriment of the growing rabbits: an estimative of quantitative needs. The Journal of Nutrition. Bethesda, 103: 1306-110.

ADAMSON, I e F. FISHER, 1976. Further studies on the arginine requeriments of the rabbits. J. Nutr. 106 : 717-723

A.O.A.C., 1980. Official Methods of Analysis. 11^a ed.
Association of Official Agricultural Chemists, Washington,
D.C. 1015p.

ASPLUND, J.M. e W.H. PFANDER, 1972. Production of single-cell protein from solid wastes. In : Alternative Sources of Protein for Animal Production. National Academy of Science Washington D.C. 130-145.

- ATABEKYAN, G.A., Z.L. AVARKYAN e T.G. ASLANYAN, 1977. Fungus mycellium as a complete protein feed for young rabbits. Nutr. Abs. Revs., 2 (1) : 133.
- BALDISSERA, C.N. (1982). Protein metabolism in rabbits. II Congresso Latino-Americano de Cunicultura - Cidade Universitária São Paulo 134p.
- BATTAGLINI, M.B. 1968. Importanza della coprofagia nel coniglio domestico, in rapporto alla utilizzazioni di alcuni principi nutritivi. Riv. Zootecn., 6 : 21.
- BATTISTI, J.A.; J.A.A. PEREIRA; P.M.A.COSTA; H.S. ROSTAGNO; M.A. SILVA e H.V. MELLO, 1985. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos para suínos com diferentes idades. Revista da S.B.Z., Viçosa, 14 (2) : 141-150.
- CANTONI, C. e S. D'AUBERT, 1977. Live yeast and their use in animal feeding. Modifications in the intestinal bacteria in rabbits giving pelleted feeds containing live yeast. Nutr. Abs. Revs. Series B, 47 (11) : 782.
- CARREGAL, R.D., 1976. Efeito da idade e de diferentes níveis de fibra bruta sobre a digestibilidade de nutrientes de rações para coelhos em crescimento. Piracicaba, ESALQ/USP. 70p. (Dissertação de Mestrado).

- COLIN, M. 1975. Effets sur la croissance du lapin la supplémentation en L-lysine et en DL-méthionine de régimes végétaux simplifiés. Annales de Zootechnie. Paris, 24 : 465-473
- COZZOLINO, S.M.F., 1982. Valor nutricional da Biomassa de Saccharomyces cerevisiae. Estudos em gerações sucessivas de Ratos. São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP (Tese de Doutorado). 147p.
- CHEEKE, P.R., 1971. Arginine, lysine and methionine of the growing rabbits. Nutrition Reports International New York 3: 122-128 . .
- DABBAH, R., 1970. Protein from microorganisms, Food Technol. Chicago, 24 : 659-666.
- DESMONTS, R., 1968. Utilização do levedo na alimentação da criança. Pediatria Prática São Paulo. 39 : 7-18
- DURATEX (1985). Comunicação pessoal
- FIALHO, E.T.; P.C. GOMES; L.F.T. ALBINO e V. COSTA, 1983. Determinação dos valores de composição química e de digestibilidade de alguns ingredientes nacionais para suínos. Rev. Soc. Bras. Zootec. Viçosa, 12(2) : 337-356.

- FIALHO, E.T.; L.F.T. ALBINO e E. BLUME, 1985. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos para suínos. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 20(12) : 1419-1431
- GAMAN, E., e H. FISHER, 1970. The essentiality of arginine lysine and methionine for the growing rabbit. Nutr. Rep. Int. 1 : 57-64
- HANSEN, J.T. 1981. Bioproteins in the feeding of growing finishing pigs in Norway. I. Chemical composition, nutrient digestibility and protein quality of pruteen, tropina and methanol based yeast product (Pichia aganobii). J. Animal Phisiol. Anim. Nutr. Verlag, 46 : 182-196.
- HUANG, T.C., H.E. ULRICH e C. M. McCAY, 1954. Antibiotics, growth, food utilization and the use of cromic oxide in studies with rabbits, J. Nutrition, 54 : 621.
- HSU, W.C., 1961. Protein from sugar on Taiwan. Sugar y Azúcar New York, 56 (7) : 33-36
- JACQUOT, R., 1943. Valor nutritivo das leveduras. Sua utilização prática para a alimentação humana. In : PAIVA, B.C., Ed., 1966 Boletim Informativo da A.P.M. Piracicaba, 8 (1) : 1-13, 1966.

- KIHLBERG, R., 1972. The microbe as a source of food. Annual Reviews of Microbiology. California, 26 : 428-466 .
- KULWICH, R.L. Struglia e P.B. Pearson 1953. The effect of coprofagy on the excretion of B-vitamins by the rabbit J. Nutrition, 49 : 639
- KULWICH, R., P.B. PEARSON, A.H., LANKENAU (1954). Effect of coprofagy upon ³⁵S Uptake by Rabbits after ingestion of labelled sodium sulfate. Arch Biochem. 50, 180-187
- KRIDER, J.L.; J.H. CONRAD; W.W. CARROLL; 1982. Swine Production 5 ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 679 p.
- LANG, J., 1981. The nutrition of commercial rabbit. Part I Physiology, digestibility and nutrient requirements. Nutr. Abs e Reviews. Series B, 51 (4) : 197-225.
- LEVINE, L. 1977. Biologia do Gene, Editora Edgard Blücher LTDA São Paulo, 405 p.
- LIMA, O.G., 1966. Desenvolvimento da indústria da levedura alimentar e a contribuição brasileira. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 67 (3) : 24-25.

- LIMA, G.J.M.M., 1983. Uso da levedura seca (Saccharomyces cerevisiae) de destilarias de álcool de cana-de-açúcar na alimentação de matrizes suínas em gestação e lactação. Piracicaba. ESALQ/USP. 139p. (Dissert. de Mestrado).
- LIMA, U.A.; E. AQUARONE e W. BORZANI, 1975. Tecnologia das fermentações. São Paulo. Edgard Blücher, vol. I, 285p.
- MACHADO, P.F. 1983. Valor nutritivo da levedura, resíduo da produção do álcool, para vacas em lactação. Piracicaba, ESALQ/USP. 110p. (Dissert. de Mestrado).
- MATTOS, W.R.S.; R.D.D'ARCE; P.F. MACHADO e A.C.M. MARCOS, 1983. Avaliação da qualidade da proteína de levedura seca (Saccharomyces spp.). Anais da XX Reunião Anual da SBZ. Pelotas 119p.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G.; 1979. Animal Nutrition. Seventh Edition. McGraw-Hill Book Company 602p.
- MIYADA, V.S. e A. LAVORENTI, 1979. Uso da levedura seca (Saccharomyces cerevisiae) de destilarias de álcool de cana-de-açúcar na alimentação de suínos em crescimento e acabamento. Rev. Soc. Bras. Zootecn. Viçosa, 8 (3) : 497-515

- McWARD, G.W., L.B. Nicholson, e B.R. Poulton, 1967. Arginine requeriment of the young rabbit. J. Nutr. 92 : 118-120.
- NELSON, G.E.N.; R.F. ANDERSON; R.A. RHODES; M.C. SHEKLETON e H.H. HALL, 1959. Lysine, metionine, e trhyptofan content of microorganisms. Applied Microbiology. Baltimore, 8 : 179-182
- N.R.C., 1977. Nutrient requeriments of Rabbits. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 30p.
- OLCESE, O., P.B. Pearson e B.S. SCHWEIGERT, 1948. The synthesis of certain B vitamins by the rabbits. J. Nutrition, 35 : 577
- OLCESE, O., P.B. PEARSON e P. SPARKS. 1949. Intestinal synthesis of niacin and the metabolic interrelationship of tryptophan and niacin in the rabbit. J. Nutrition, 39 : 93
- PEPPLER, H.J., 1970. Food yeast. In : A.H. ROSE e J.S. HARRISON (ed), The yeasts, 2 ed., London, Academic Press, vol 3, 590p.
- PIMENTEL GOMES, F., 1985. Curso de Estatística Experimental 11ª ed. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 384 p.

PROENÇA, C.E.M., A.S.A.M.T. MOURA, R. POLASTRE e L.E. PEZZATO, 1982. Efeito da levedura de álcool na ração sobre o desempenho ponderal de coelhos In : Anais da XIX Reunião Anual da S.B.Z. Piracicaba, 249 p.

ROSE, A.H. e J.S. HARRISON, 1970. The yeasts, vol. 3. Academic Press, London.

SALES, A.M.; T.J.B. MENEZES; M. OKADA; T. ARAKAKI e P.R. LAMO, 1977. Produção e Avaliação nutricional de biomassa proteica de levedura em melaço. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 8 : 443-455

SALGADO, J.M. 1976. Alguns fatores que afetam a qualidade do concentrado protéico obtido em destilarias de álcool. Piracicaba, ESALQ/USP. 50p. (Dissertação de Mestrado)

SCHLOLAUT, W., 1982. The nutrition of the rabbit. ROCHE INFORMATION Service. Animal Nutrition Departament. 60p.

SLADE, L.M.& ROBINSON, O.W. (1970). Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. II Comparative aspects of protein digestion. J. Animal Sci.; 30, 761-763.

- SLAGLE, S.P. e D.R. ZIMMERMAN, 1979. Evaluation of yeast single cell protein with young pigs. J.Anim. Sci. Albany 49 (5) : 1252-1260.
- SMITH, R.H. e R. PALMER, 1976. A chemical and nutritional evaluation of yeast and bacteria as dietary protein sources for rats and pigs. J. Sci. Fd. Agric., Osford, 27 : 763-770
- SPREADBURY, D., 1978. A study of the protein and aminoacid requeriments of the growing New Zealand white rabbit with emphasis on lysine and the sulphur-containing aminoacids. British Journal Nutrition, 39 : 601-613
- STANIER, R.Y.; M. DOUDOROFF e E.A. ADELBERG, 1969. O mundo dos micrôbios. São Paulo, Editôra Edgard Blücher Ltda. 741 p.
- TAYLOR. E.L., 1940. The demonstration of a peculiar kind of coprophagy normally practised by the rabbits. Vet. Rec., 52 259.
- THACKER, E.J. e C.S. BRANDT, 1955. Coprofagy in the rabbits J. Nutrition, 55 : 375-385.

VANANUVAT, P., 1977. Value of yeast for poultry feeds

Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Ames, 9

(4) : 325-343.

YOUSRI, R.F. 1982. Single cell protein: its potential use

for animal and human nutrition. World Rev. Anim. Prod.

Roma, 18 (2) : 49-67.

7. APÊNDICE

Tabela 1. Consumo de ração, consumo de matéria seca e consumo de matéria seca por quilograma de peso metabólico.

Tratamentos	nº do animal	Consumo de ração	Consumo de matéria seca	Consumo de matéria seca por kg de peso metabólico
S ₈	5	506	476,16	395,15
	6	489	460,16	407,94
	13	463	435,70	342,53
	14	354	333,12	307,02
	20	320	301,13	301,43
	média	42,64	401,25	350,81
L ₈	7	390	365,65	371,21
	8	482	451,91	391,94
	15	561	469,72	423,17
	16	443	415,35	358,98
	18	503	471,60	461,44
	média	46,38	434,84	401,34
S ₁₂	1	634	597,85	430,72
	2	567	534,67	420,66
	9	434	409,26	356,80
	10	393	370,59	353,61
	17	490	462,06	439,22
	média	50,36	474,88	400,20
L ₁₂	3	434	411,18	384,28
	4	433	410,24	357,97
	11	384	366,65	339,17
	12	457	432,97	385,20
	19	401	379,92	362,51
	média	42,18	400,01	365,82

Tabela 2. Ingestão e excreção de nitrogênio (em gramas) durante o período de coleta.

Tratamentos	nº do animal	Ingerido	Excretado	
			Fezes	Urina
S ₈	5	6,9376	0,5253	2,8043
	6	6,7045	0,5880	1,5601
	13	6,3481	0,3906	3,6303
	14	4,8534	0,1994	2,2053
	20	4,3873	0,2865	1,7660
	média	5,8462	0,3980	2,3532
L ₈	7	5,3223	0,4570	2,9101
	8	6,5779	0,8359	2,1021
	15	6,8372	0,9076	1,9940
	16	6,0458	1,1226	2,3568
	18	6,8645	1,2088	2,0494
	média	6,3295	0,9064	2,2825
S ₁₂	1	12,6493	0,9036	5,5875
	2	11,3124	1,5349	3,6069
	9	8,6590	0,9478	3,8694
	10	7,8408	0,6349	4,1189
	17	9,7762	0,3010	4,4937
	média	10,0475	0,8644	4,3353
L ₁₂	3	8,6656	1,0583	4,0662
	4	8,6458	1,0152	2,5931
	11	7,7271	1,1188	2,1934
	12	9,1248	1,0537	3,9606
	19	8,0068	0,9130	4,2369
	média	8,4346	1,0318	3,4100

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade e valor biológico aparentes (%)

Tratamento	nº do animal	Coeficiente de digestibilidade aparente	Valor biológico aparente
S ₈	5	92,43	52,43
	6	91,23	63,11
	13	93,85	49,82
	14	95,90	42,84
	20	93,48	51,62
	Média	93,37	51,96
I ₈	7	91,42	46,54
	8	87,30	66,02
	15	86,73	73,07
	16	81,44	50,93
	18	82,40	40,27
	Média	85,85	55,37
S ₁₂	1	92,86	56,27
	2	86,44	77,76
	9	89,06	39,06
	10	91,91	52,61
	17	96,93	56,93
	Média	91,44	56,53
I ₁₂	3	87,79	40,19
	4	88,26	63,39
	11	85,53	66,37
	12	88,46	52,13
	19	88,60	63,76
	Média	87,72	57,17

Tabela 4. Retenção de nitrogênio em relação ao nitrogênio ingerido e digerido

Tratamentos	nº do animal	Nitrogênio retido em relação ao Nitrog. ingerido (%)	Nitrogênio retido em relação ao Nitrog. digerido (%)
S ₈	5	52,00	56,20
	6	70,87	77,67
	13	36,47	38,88
	14	50,33	52,57
	20	53,07	56,82
	Média	53,33	57,14
L ₈	7	36,66	40,16
	8	55,26	63,25
	15	57,56	66,29
	16	42,33	52,00
	18	52,45	63,65
	Média	49,39	57,60
S ₁₂	1	48,62	52,36
	2	54,49	63,06
	9	44,29	49,70
	10	39,30	42,79
	17	50,91	52,55
	Média	47,87	52,32
L ₁₂	3	40,79	46,47
	4	58,22	66,01
	11	57,14	66,77
	12	45,00	50,83
	19	35,60	40,23
	Média	47,01	53,55