



Digestibilidade da polpa cítrica desidratada e efeito de sua inclusão na dieta sobre o desempenho de coelhos em crescimento

Bruno Giovany de Maria*, Cláudio Scapinello, Andréia Fróes Galuci Oliveira, Ana Carolina Monteiro, Fernanda Catelan e Josianny Limeira Figueira

Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: brunogiovany@hotmail.com.br

RESUMO. Conduziram-se experimentos para determinar a digestibilidade da polpa cítrica desidratada (PCD) e avaliá-la na alimentação de coelhos. Para o ensaio de digestibilidade utilizaram-se 30 coelhos recebendo duas dietas: uma referência e outra com substituição de 20% da primeira por PCD. O ensaio teve duração de dez dias para adaptação mais quatro para coleta de fezes. Os coeficientes de digestibilidade e os nutrientes digestíveis para MS, PB, FDN, FDA e EB da PCD foram respectivamente: 83,75 e 76,04%; 70,12 e 5,03%; 40,14 e 9,52%; 68,98 e 15,09%; e 81,48% e 3394 kcalED kg⁻¹ MS. Para o desempenho utilizaram-se 120 coelhos recebendo dietas com diferentes níveis de PCD (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) substituindo o milho. Observou-se redução linear ($p < 0,01$) para o consumo de ração e ganho de peso diário, peso vivo aos 50 e 70 dias e rendimento de carcaça com o aumento gradativo de PCD. Efeitos quadráticos ($p < 0,01$) sobre a conversão alimentar dos 32 aos 50 e 32 aos 70 dias de idade provocaram melhores valores com 42,74 e 44,40% de PCD, respectivamente. PCD a 20% não afetou ($p > 0,05$) nenhuma característica de desempenho quando comparada à dieta controle. Conclui-se: a PCD pode substituir o milho até 20% nas dietas de coelhos.

Palavras-chave: carcaça, rendimento, nutriente, fibra digestível, pectina.

Dehydrated citrus pulp digestibility and the effect of its inclusion in diet on the performance of growing rabbits

ABSTRACT. Several experiments were conducted to determine the digestibility of dehydrated citrus pulp (DCP) and evaluate its effect on rabbit feed. Digestibility assay comprised 30 rabbits fed on two diets: a reference diet and a diet in which 20% consisted of DCP. The digestibility assay comprised 10 days for adaptation and four days for feces collection. The digestibility coefficient and digestible nutrient rates for DM, CP, NDF, ADF, and CE of DCP were respectively 83.75 and 76.04%; 70.12 and 5.03%; 40.14 and 9.52%; 68.98 and 15.09%; and 81.48% and 3394 kcalDE kg⁻¹ DM. Performance assay consisted of 120 growing rabbits receiving diets with six DCP levels (0, 20, 40, 60, 80 and 100%) to replace corn. Linear decrease ($p < 0.01$) in daily feed intake and weight gain, live weight after 50 and 70 days and carcass yield with gradual DCP increase, were reported. Quadratic effect ($p < 0.01$) on the feed conversion from 32 to 50 and from 32 to 70 days old produced better DCP rates, respectively 42.74% and 44.40%. DCP 20% failed to affect ($p > 0.05$) any performance characteristic when compared to that in control. Results show that DCP in the rabbit's diet may replace up to 20% of corn.

Keywords: carcass, yield, nutrient, digestible fiber, pectin.

Introdução

As particularidades do trato gastrointestinal dos coelhos possibilitam a formulação de dietas com significativas inclusões de carboidratos estruturais em sua matriz nutricional (GIDENNE, 1997). O ceco funcional eleva a digestibilidade dos alimentos pela produção e absorção de ácidos graxos voláteis (AGV) que, somado ao hábito da cecotrofia, disponibilizam energia, aminoácidos essenciais e vitaminas; indispensáveis ao bom desenvolvimento ponderal dos animais.

Lebas et al. (1998) enfatizam que níveis de AGV de 58,0 mmol L⁻¹, entre estes o de Butirato de 5,0 mmol L⁻¹; níveis de amônia em torno de 5,0 mmol L⁻¹ e valores de pH próximos a 6,45 favorecem a manutenção de um ceco sadio.

Contudo, a precocidade da desmama, somada a um reduzido período de adaptação à alimentação sólida podem afetar esse padrão. Na fase de desmame, dietas que sobretaxem a carga de amido capaz de ser digerida no intestino delgado, ocasionam maiores entradas desse carboidrato no

ceco, levam a uma superfermentação e resultam em problemas digestivos como enterites e diarreias.

Dessa forma, o fornecimento de fibra dietética é de fundamental importância nessa fase, por ser responsável pelo efeito lastro da digesta, evitando maiores entradas de material facilmente digestível no ceco. Em contrapartida, elevados níveis de fibra podem diluir a energia da dieta e aumentar em demasia a taxa de passagem, o que leva a uma redução no aproveitamento de nutrientes, resultando em piora na conversão alimentar e ganho de peso diário (GIDENNE, 2000).

A polpa cítrica desidratada, fonte de fibra digestível por possuir elevados níveis de pectina e reduzida lignificação, é bem aproveitada na forma de energia pelos coelhos, além de serem compostas de pequenas quantidades de fibra indigestível, características que aliam valor nutritivo a efeito lastro. As polpas poderiam, portanto, minimizar os efeitos causados por fontes amiláceas como o milho.

O Brasil, mundialmente, é o maior produtor de cítricos e maior exportador de suco de laranja, sendo responsável por cerca de 50% do suco consumido no mundo (PARRÉ; MEDEIROS, 2006). No processamento da laranja, 50% do peso da fruta torna-se resíduo, PCD, fica evidente o potencial de utilização deste subproduto na alimentação animal.

O trabalho objetivou determinar o valor nutritivo da polpa cítrica desidratada por meio de ensaio de digestibilidade e avaliar sua inclusão em níveis crescentes em substituição à energia digestível do milho sobre o desempenho de coelhos da desmama ao abate.

Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos, sendo o ensaio de digestibilidade realizado no período de agosto de 2006 e o de desempenho de maio a julho de 2007.

Ensaio de digestibilidade

Foram utilizados 30 coelhos, 15 machos e 15 fêmeas, com 45 dias de idade, da raça Nova Zelândia Branco, alojados individualmente em gaiolas de metabolismo providas de bebedouro automático, comedouro semiautomático e dispositivo para coleta de fezes. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e 15 repetições, com um animal por unidade experimental.

A polpa cítrica desidratada foi obtida da Empresa Citrovita, sediada em Catanduvas e Matão, no interior de São Paulo, estando seus pomares produtivos localizados no denominado Cinturão Citrícola, distribuído entre as cidades de Campinas, São Carlos, São José do Rio Preto e Barretos. A

empresa cultiva e processa laranjas da espécie *Citrus sinensis*, dando origem posteriormente ao subproduto: PCD (CITROVITA, 2008). Após a captação, a PCD foi triturada para, posteriormente, ser incorporada às rações experimentais.

Foi formulada uma ração-referência (Tabela 1) e para fabricação da ração-teste utilizou-se, com base na matéria seca, 80% da ração-referência e 20% do alimento objeto de avaliação.

Tabela 1. Composição percentual e química da ração-referência (Digestibilidade) e das rações experimentais (Desempenho) para avaliação da polpa cítrica desidratada para coelhos em crescimento.

Ingredientes (%)	Digestibilidade Referência	Desempenho					
		Controle	Níveis de substituição do milho por PCD				
			20%	40%	60%	80%	100%
Polpa cítrica	-----	0,00	5,60	11,20	16,80	22,40	28,00
Milho	25,70	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00
Farelo de soja	14,24	12,00	12,10	12,20	12,30	12,40	12,50
Farelo de trigo	24,00	22,88	23,15	23,36	23,58	23,79	24,00
Feno de alfafa	17,10	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Feno de Tifton	16,60	20,00	19,32	18,64	17,96	17,28	16,60
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Calcário	0,70	1,00	0,82	0,64	0,46	0,28	0,10
Fosfato bicalcico	0,50	0,80	0,74	0,68	0,62	0,56	0,50
DL-metionina	0,10	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18
L-lisina	0,10	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Mist. vit+min. ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cycostat ²	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Composição analisada com base na matéria seca							
MS (%) ³	91,18	91,23	91,12	90,66	91,32	90,89	91,45
PB (%)	16,32	16,72	16,18	16,36	16,43	16,46	16,59
FDN (%)	37,32	38,89	39,30	39,83	40,26	40,75	41,08
FDA (%)	18,76	19,58	21,02	21,63	22,02	22,94	23,94
Ca (%)	0,75	0,72	0,74	0,83	0,77	0,85	0,81
P total (%)	0,50	0,51	0,44	0,47	0,47	0,45	0,42
Lisina (%)*	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Met + cis (%)*	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
ED (kcal kg ⁻¹)*	2.600	2555	2555	2555	2555	2555	2555

¹Nuvital, composição por kg do produto: Vit A, 600.000 UI; Vit D, 100.000 UI; Vit E, 8.000 mg; Vit K3, 200 mg; Vit B1, 400 mg; Vit B2, 600 mg; Vit B6, 200 mg; Vit B12, 2.000 mg; Ac. Pantotênico, 2.000 mg; Colina, 70.000 mg; Ferro, 8.000 mg; Cobre, 1.200 mg; Cobalto, 200 mg; Manganês, 8.600 mg; Zinco, 12.000 mg; Iodo, 64 mg; Selênio, 16 mg; Metionina, 120.000 mg; Antioxidante, 20.000 mg. ²Princípio ativo: robenidina (6,6%). ³Análise com base na matéria natural. *Valores calculados com base em valores tabelados (ROSTAGNO et al., 2005).

Após a mistura dos ingredientes, as rações foram peletizadas a seco e o seu fornecimento e o de água foram à vontade.

O experimento teve duração de 14 dias, sendo dez dias para adaptação às gaiolas e às rações e quatro dias para coleta de fezes.

As fezes de cada animal foram coletadas na sua totalidade, uma vez ao dia, no período da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à temperatura de -10°C.

Posteriormente, as fezes de cada animal foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C,

durante 72h. Em seguida, após homogeneizadas, uma parte da amostra ($\pm 50\%$) foi moída em moinho com peneira de 1 mm para análises de matéria seca total (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da MS, PB, EB, FDN e FDA da polpa cítrica desidratada foram calculados utilizando-se a metodologia de Matterson et al. (1965).

Para a obtenção dos valores de nutrientes digestíveis foram aplicados os respectivos valores de CDa sobre a composição química do alimento avaliado.

Experimento de desempenho

No experimento de desempenho, foram utilizados 120 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, no período de 32 a 70 dias de idade (desmama ao abate), alojados em gaiolas de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semiautomático de chapa galvanizada, localizados em galpão de alvenaria.

O galpão foi dividido em duas áreas de tamanho similar e com o mesmo número de gaiolas, pelas diferenças numéricas nos pesos iniciais dos diferentes grupos experimentais testados, sendo a face norte e sul da construção representada por Bloco 1 (pesado) e Bloco 2 (leve), respectivamente. Dentro disso foi conduzido o experimento, distribuindo-se os animais em um delineamento em blocos ao acaso, submetidos a seis tratamentos e dez repetições por tratamento, com dois animais por unidade experimental.

Os tratamentos consistiram de uma ração-controle (0% PCD) formulada de acordo com as exigências para coelhos em crescimento (LEBAS, 1989) e outras cinco rações obtidas com a inclusão de níveis crescentes (20, 40, 60, 80 e 100%) da polpa cítrica desidratada, em substituição à energia digestível (ED) do milho (Tabela 1), considerando-se os dados de energia digestível da PCD obtidos no experimento de digestibilidade. As rações foram peletizadas a seco e o seu fornecimento e o de água foram à vontade.

Os animais foram pesados no aos 32 dias de idade (início), aos 50 dias e aos 70 dias de idade, por ocasião do abate.

As características de desempenho avaliadas foram: peso vivo aos 50 e aos 70 dias de idade (PV50, PV70), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) no período de 32 a 50 e 32 a 70 dias de idade.

O abate foi realizado sem período de jejum, utilizando-se atordoamento occipital e, em seguida, a sangria pelo corte da veia jugular. Após foi retirada a

pele e realizada a evisceração. Para o peso de carcaça e sua relação com peso vivo e para o peso dos cortes comerciais e sua relação com o peso da carcaça foi considerada a carcaça quente com cabeça e sem vísceras comestíveis.

As características de carcaça analisadas foram peso e rendimento de carcaça (PC e RC) e rendimentos de cortes comerciais, respectivamente representados por membros anteriores (RANT), membros posteriores (RPOS), lombo (RLOM) e região tóraco-cervical (RRTC).

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (1997) e o modelo estatístico abaixo descrito.

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + b_1(N_j - N_1) + b_2(N_j - N_1)^2 + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observação referente ao animal k , pertencente ao bloco i , ingerindo ração com nível de inclusão j de polpa cítrica desidratada;

μ = constante geral;

B_i = efeito do bloco pesado ($i = 1$) ou leve ($i = 2$) referente ao peso dos animais no início do experimento;

b_1 = coeficiente linear de regressão da variável Y , em função dos níveis j de inclusão de polpa cítrica, para todo j diferente de 0%;

b_2 = coeficiente quadrático de regressão da variável Y , em função dos níveis j de inclusão de polpa cítrica, para todo j diferente de 0%;

N_j = efeito do nível j de inclusão de polpa cítrica, para todo j diferente de 0%;

N_1 = média dos níveis de inclusão de polpa cítrica, para todo j diferente de 0%;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ijk} .

As médias das características estudadas, obtidas com o uso da ração-controle foram comparadas àquelas obtidas com cada uma das rações contendo diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica desidratada, por meio do teste de Dunnet ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Ensaio de digestibilidade

A composição química, os coeficientes de digestibilidade aparente das rações experimentais e da PCD, bem como o valor nutritivo da PCD estão apresentados na Tabela 2.

A inclusão de PCD melhorou os CDa da ração-teste em relação à referência, em 7,14%, para a MS, em 7,64% para a FDN, em 83,38% para a FDA e em 4,34% para a energia. No entanto, houve redução da ordem de 2,13% no aproveitamento da proteína.

Tabela 2. Composição química da polpa cítrica desidratada (PCD); coeficientes de digestibilidade aparentes (CDa) das rações referência, teste e da PCD; e os nutrientes digestíveis da PCD.

Nutrientes	Composição química da PCD	Coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) (%)		Nutrientes digestíveis	
		Ração-referência	Ração-teste	PCD	PCD
MS (%)	90,79 %	61,61	66,01	83,75	76,04 %
PB (%)	6,55 %	78,54	76,87	70,12	5,03 %
FDN (%)	23,72 %	21,74	23,40	40,14	9,52 %
FDA %	21,88 %	14,50	26,59	68,98	15,09 %
EB	4165 ¹	62,54	66,30	81,48	3394 ²

¹kcal EB kg⁻¹. ²kcal ED kg⁻¹.

Em concordância com o obtido no presente trabalho, a PCD é correntemente associada à melhora nos coeficientes CDa das rações quando é usada em substituição parcial de dietas completas em diversas espécies animais (DE BLAS; VILLAMIDE, 1990; MANZANO et al., 1999; MARTINEZ; FERNANDEZ, 1980; PORCIONATO et al., 2004).

Em consonância com este experimento, a alta capacidade dos coelhos em aproveitar a fibra digestível é mencionada por Gidenne (1997), que avalia a digestão ceco-cólica em coelhos como sendo caracterizada pela alta atividade pectinolítica, seguida por xilanolítica e celulolítica, as quais são encontradas também nos cecotrofos.

Em convergência ao apresentado nesta pesquisa, Chiou et al. (1998) encontraram melhores digestibilidades para ração completa, quando foi adicionada pectina à mesma, em comparação a outras três dietas suplementadas com lignina, celulose ou alfafa. Todas as inclusões foram de 12% em uma dieta-controle.

De Blas e Villamide (1990), trabalhando com duas dietas basais para coelhos, uma com baixa concentração de energia (2390 kcal ED kg⁻¹ MS) e altos níveis de fibra e outra inversa à primeira (2940 kcal ED kg⁻¹ MS), encontraram valores de digestibilidade respectivos de 64,00 e 74,40% para EB; 17,30 e 88,50% para PB; e 67,70 e 82,70% para FDA, tornando intermediários os valores obtidos no presente experimento. No citado estudo fica claro que a dieta basal interferiu sobre a digestibilidade da polpa cítrica desidratada. Segundo os autores, há uma superestimação dos valores nutritivos da PCD com o uso de dietas-referência com alta concentração energética, maculando o valor real, já que o mesmo seria o resultado do efeito de redução que a fibra da PCD provoca sobre a motilidade e taxa de passagem no trato digestivo, o que eleva a digestibilidade de todos os componentes da dieta.

Em acordo com o exposto, Villamide et al. (1998) relatam que o uso de polpas de beterraba ou cítrica desidratada em ensaios de digestibilidade pode superestimar os nutrientes digestíveis da ração-teste,

pelo revés provocado pelas mesmas sobre a taxa de passagem.

Segundo Carabaño e Fraga (1992), a dificuldade de esvaziamento gástrico, caracterizada pelo aumento no conteúdo do estômago e ceco, está relacionada à maior capacidade de retenção de água das polpas. Arruda et al. (2003) corroboram com essa ideia ao afirmarem serem as substâncias pécicas, entre os polissacarídeos da parede celular vegetal, as que têm maior importância no processo de retenção de água.

Fraga et al. (1991) utilizaram as polpas de beterraba e cítrica desidratada separadamente em substituição ao feno de alfafa como fonte de fibra e observaram que o uso das polpas ocasionou aumento nos pesos de estômago e ceco, resultando em mais altas digestibilidades para fibra bruta encontradas com o uso de PCD. Fato que pode explicar o ocorrido no presente experimento. Em estudo complementar, Perez de Ayala et al. (1991) concordam com o exposto acima e associam as polpas a maiores riscos de distúrbios digestivos.

Gidenne et al. (2000) relatam que pelo uso de fibra digestível em substituição a fontes amiláceas, um aumento na relação FDA/amido eleva a atividade fibrolítica bacteriana e a concentração de AGV, sendo a atividade pectinolítica a mais afetada, determinando, dessa forma, a mais alta digestibilidade para fibra, como encontrado neste estudo.

Em convergência ao exposto, Herrera et al. (2001) afirmam que a pouca lignificação de produtos como beterraba e polpa cítrica resulta em altos valores de digestibilidade da fração fibrosa. Segundo Arruda et al. (2003), estes valores podem chegar a 70%, número próximo ao aferido no presente trabalho.

A PCD exibiu alto valor nutritivo, apresentando-se como alimento essencialmente energético e de baixa concentração proteica. Os valores de nutrientes digestíveis da PCD estão apresentados na Tabela 2.

Em relação à ED da PCD, Martinez e Fernandez (1980) obtiveram valor de 3.800 kcal ED kg⁻¹ MS, valor superior ao aferido no presente trabalho. Em contrapartida, Maertens et al. (2002) exibem o valor tabelado de 2700 kcal ED kg⁻¹ MS do subproduto. Por fim, De Blas e Villamide (1990) mensuraram a ED da PCD em 2701 e 3131 kcal kg⁻¹ MS, com inclusão da PCD em duas dietas com diferentes níveis energéticos, respectivamente, 2.390 e 2.940 kcal ED kg⁻¹ MS, segundo os autores, a PCD é tão digestível quanto cereais energéticos.

Em estudos com polpa de beterraba, alimento com características bromatológica e de efeito cinético-digestivo semelhante à PCD, Garcia et al.

(1993) relatam que em experimentos de avaliação nutricional, seu conteúdo de energia deveria ser designado como energia líquida, já que no processo digestivo da fibra há elevadas perdas por calor, produção de metano e urina. De Blas e Carabaño (1996) enfatizam que utilizar o valor energético da polpa de beterraba baseado na ED só é viável se seus níveis de inclusão são menores ou iguais a 15%, inferior ao aferido neste experimento.

Em oposição ao obtido no presente estudo, Martinez e Fernandez (1980) sugerem que a qualidade da PB da PCD é extremamente baixa, hipótese suportada pela sua composição de aminoácidos e seus baixos valores de digestibilidade de nitrogênio. Contudo, Maertens et al. (2002) apresentam valor de 60% para digestibilidade da proteína bruta fecal aparente.

Experimento de desempenho

Os resultados de desempenho dos coelhos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de polpa cítrica desidratada substituindo a energia digestível do milho para os períodos de 32 aos 50 e 32 aos 70 dias de idade estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Médias estimadas de consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), peso vivo aos 50 e 70 dias de idade (PV50 e PV70) e conversão alimentar (CA) para coelhos dos 32 aos 70 dias de idade.

Característica	Ração-control	Níveis de substituição da ED do milho por inclusão da polpa cítrica desidratada					Média	CV(%)
		20%	40%	60%	80%	100%		
		Período 32-50 dias de idade						
CRD (g) ¹	113	107	92*	82*	69*	68*	88	11,12
GPD (g) ²	40,2	34,9	31,8*	25,8*	18,9*	13,2*	27,5	16,04
PV50 (g) ³	1623	1529	1471*	1363*	1240*	1133*	1393	7,08
CA ⁴	2,81	3,17	2,91	3,27	3,71	6,20*	3,68	38,12
Período 32-70 dias de idade								
CRD (g) ⁵	131	124	110*	102*	97*	92*	109	11,09
GPD (g) ⁶	38,5	34,5	31,6*	28,3*	25,2*	17,4*	29,3	16,04
PV70 (g) ⁷	2363	2212	2201*	1975*	1857*	1559*	2011	8,70
CA ⁸	3,41	3,61	3,5	3,61	3,85	5,87*	3,98	21,62

¹Y = 83,42642 - 0,5201836(x-60) (r² = 0,99); ²Y = 24,91235 - 0,281619(x-60) (r² = 0,99); ³Y = 1345,367 - 5,197235(x-60) (r² = 0,99); ⁴Y = 3,064302 + 0,03414(x-60) + 0,000989(x-60)² (r² = 0,96); ⁵Y = 104,8442 - 0,39568(x-60) (r² = 0,95); ⁶Y = 27,41637 - 0,201320(x-60) (r² = 0,95); ⁷Y = 1938,767 - 7,778245(x-60) (r² = 0,94); ⁸Y = 3,467045 + 0,02418(x-60) + 0,000775(x-60)² (r² = 0,92). *Significativo: teste de Dunnet (p < 0,05).

Para o período dos 32 aos 50 dias de idade, o aumento nos níveis de inclusão da PCD reduziu linearmente (p < 0,01) o CRD e GPD, levando à redução também linear (p < 0,01) sobre o PV50. A CA apresentou comportamento quadrático (p < 0,01) com o melhor valor encontrado no nível de 42,74% de substituição da energia digestível do milho pela PCD.

Aplicando-se o teste de Dunnet, o nível de 20% de substituição da ED do milho pela PCD não alterou de maneira significativa (p > 0,05) qualquer

característica avaliada em relação à ração-control no período dos 32 aos 50 dias de idade. Para os demais níveis de substituição, os animais apresentaram valores mais baixos (p < 0,05) de CRD, GPD e PV50 em relação aos alimentados com a ração-control. Para a CA apenas a substituição total da ED do milho apresentou resultado significativamente pior (p < 0,05) em relação à ração-control.

Considerando o período dos 32 aos 70 dias de idade, observou-se redução linear (p < 0,01) sobre o CRD, GPD e PV70 pelo aumento no nível de inclusão de PCD, resultando numa queda de 32,0 g dia⁻¹, 17,1 g dia⁻¹ e 804 g, respectivamente, para as dadas características.

A CA no período de 32 a 70 dias de idade apresentou efeito quadrático (p < 0,01), o melhor valor foi obtido com a substituição de 44,40% da ED do milho pela PCD.

Aplicando-se o Teste de Dunnet, o nível de 20% de substituição da ED do milho pela PCD proporcionou semelhante (p > 0,05) CRD, GPD e PV70 dos 32 aos 70 dias de idade em relação à ração-control. Para os demais níveis de substituição da ED do milho pela PCD, os animais apresentaram valores mais baixos (p < 0,05) de CRD, GPD e PV70 em relação aos alimentados com a ração-control. Para a CA apenas a dieta com substituição total da ED do milho apresentou resultado pior (p < 0,05) em relação à ração-control.

Resultados semelhantes para CRD, GPD e peso final foram obtidos por Hon et al. (2009), em relação ao comportamento dessas características, não havendo diferenças significativas da dieta-control até nível de inclusão de 20% em substituição ao milho, porém em valores, as médias foram muito diferentes das aferidas no presente experimento.

Martinez e Fernandez (1980) utilizaram vários níveis de PCD (0, 15, 30, 45, 60 e 75%) em substituição ao milho, cevada, farelo de trigo e feno alfafa, além de um último tratamento com fornecimento do subproduto puro para coelhos em crescimento. Assim como no presente trabalho foi verificado que o incremento de PCD às dietas levou à redução no CRD e GPD, atrasando a idade de abate de 71 (0% PCD) para até 97 dias (75% PCD). Apesar disso, concluem que o uso de 0 a 45% de PCD expressam variações dentro dos limites normais.

Em condições ambientais adversas das analisadas no presente estudo, porém com mesmo objeto, Hon et al. (2009) sugerem que a polpa de laranja, no caso seca ao sol, é adequada para substituir até 25% do milho em dietas de coelhos.

Em revisão, Carabaño e Fraga (1992) afirmam que a PCD é uma fonte extremamente palatável,

mas sua inclusão em altos níveis na dieta de coelhos promove redução no CRD, sendo relacionada ao efeito da PCD sobre a taxa de passagem e sobre os pesos e conteúdo de estômago e ceco. Nesse trabalho foi indicado um nível máximo de polpa de limão ou laranja em torno de 10 a 15% em dietas práticas. Fatores que podem explicar a redução no consumo com o incremento de PCD observado no presente experimento.

Garcia et al. (1993) trabalharam com uso de polpa de beterraba em substituição à cevada e observaram que o aumento na utilização da polpa prejudicou o GPD, o período de engorda e a CA. Foi observado também redução na eficiência de utilização da energia oriunda das dietas com mais altos níveis de polpas. Contraditoriamente, Cobos et al. (1995) afirmam que a polpa de beterraba pode substituir a cevada a níveis acima de 15% em dietas de coelhos.

A queda no desempenho, observada no presente experimento pelo uso de PCD, pode ser resultado da mais baixa lignificação da fibra e altos níveis de pectina, nutrientes altamente digestíveis pelos coelhos, o que levaria a efeitos similares ou ainda mais expressivos daqueles produzidos por fontes amiláceas (enchimento do estômago e ceco, redução na taxa de passagem), levando ao menor CRD, afetando por consequência o GPD.

Corroborando esta hipótese, Perez et al. (2000) e Gidenne e Perez (2000) estudaram a substituição de amido (cevada e trigo) por fibra digestível (polpa de beterraba e farelo de trigo), mantendo-se os níveis de FDA, sem maiores variações na proporção de ligninocelulose (FDA = 18%), obtida pela inclusão ou não de feno de alfafa ou palha, e, ao contrário do encontrado neste experimento, verificaram que não houve diferenças significativas sobre o crescimento e eficiência alimentar dos coelhos, com a vantagem de se obter uma reduzida taxa de mortalidade com a utilização de fibra digestível.

Gidenne e Jehl (1996), em estudo semelhante, relatam que a fibra digestível pode substituir o amido, desde que preservada as proporções de fibra indigestível das dietas. Jehl e Gidenne (1996), em trabalho complementar ao anterior, afirmam que sobre aquelas condições o uso de fibra digestível favorece a atividade microbiana e fermentativa do ceco, elevando o pool de AGV com aumentos na concentração de acetatos e propionatos, fatores que favorecem a saúde intestinal dos animais. Gidenne e Bellier (2000) ratificam essa hipótese e enfatizam sua importância particularmente no período pós-desmama.

No presente experimento, quatro mortes de origem desconhecida foram observadas nos animais alimentados com o mais alto nível de substituição de milho por PCD, valor representativo que

corresponde a 20% dos animais daquele tratamento, indicando uma possível intoxicação destes, ocasionada, talvez, pela contaminação do alimento. Todavia, por não ser objetivo do presente trabalho, a causa-morte não foi diagnosticada.

Na Tabela 4 observa-se que os PC, RC, RLOM e RRTC reduziram linearmente ($p < 0,01$) na medida em que a ED do milho foi substituída pela PCD, enquanto que o inverso ($p < 0,01$) ocorreu com o RANT e RPOS.

Tabela 4. Médias estimadas para peso de carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), rendimento de membros anteriores (RANT), rendimento de membros posteriores (RPOS), rendimento de lombo (RLOM) e rendimento da região tóraco-cervical (RRTC) para coelhos abatidos aos 70 dias de idade de acordo com as dietas experimentais.

Característica	Ração-controle	Níveis de substituição da ED do milho por inclusão da polpa cítrica desidratada					Média	CV (%)
		20%	40%	60%	80%	100%		
PC (g) ¹	1262	1167*	1071*	996*	925*	766*	1031	10,64
RC (%) ²	53,13	52,76	50,98*	50,31*	49,72*	48,51*	50,90	3,81
RANT (%) ³	10,93	10,89	10,94	11,07	11,19	11,47*	11,08	3,57
RPOS (%) ⁴	32,24	32,71	33,03*	33,26*	33,27*	33,93*	33,07	2,33
RLOM (%) ⁵	23,13	22,70	22,24	22,11	22,20	20,24*	22,10	8,48
RRTC (%) ⁶	21,84	22,08	22,02	21,52	21,34	21,12	21,65	4,11

¹Y = 984,5140 - 4,632428(x-60) ($r^2 = 0,97$); ²Y = 50,15314 - 0,04879379(x-60) ($r^2 = 0,95$); ³Y = 11,11275 + 0,006840524(x-60) ($r^2 = 0,92$); ⁴Y = 33,24029 + 0,01291184(x-60) ($r^2 = 0,89$); ⁵Y = 21,89483 - 0,02238081(x-60) ($r^2 = 0,63$); ⁶Y = 21,61592 - 0,01310398(x-60) ($r^2 = 0,95$). *Significativo: teste de Dunnet ($p < 0,05$).

Aplicando-se o Teste de Dunnet, deve-se destacar que o nível de 20% de substituição da ED do milho pela PCD proporcionou semelhante ($p > 0,05$) RC em relação à ração-controle. Para os demais níveis de substituição da ED do milho pela PCD, os animais apresentaram RC mais baixo ($p < 0,05$) em relação aos alimentados com a ração-controle.

Semelhança também foi observada para o RANT e RLOM, mas até o nível de 80% de substituição da ED do milho. O RPOS foi maior ($p < 0,05$) em relação aos animais alimentados com a ração-controle com níveis de substituição ED do milho acima de 40%. Finalmente, o RRTC não foi afetado pela inclusão da PCD em substituição a ED do milho.

Em relação ao PC, a redução no peso vivo final aos 70 dias observada com o aumento nos níveis de inclusão de PCD levou à consequente redução linear ($p < 0,01$) dessa característica. Fato corroborado pelo teste de Dunnet, pelo qual o PC aferido apresentou-se mais baixo independente do nível de PCD adicionado às dietas (Tabela 4).

Como já foi discutido anteriormente, o aumento nos níveis de inclusão de PCD pode ter levado a um incremento nos conteúdos de estômago e ceco, o que fatalmente interferiria nos resultados de rendimentos de carcaça. Portanto, possível aumento de peso vivo pode não configurar maiores ganhos de

proteína corporal resultando em piores valores de rendimentos de carcaça como os observados aqui.

Em concordância com o exposto, diversos autores associam um incremento no uso de fibra digestível à redução nos rendimentos de carcaça, ocasionados pelo aumento no tempo de retenção, dificuldade de esvaziamento gástrico e aumentos nos pesos dos conteúdos de estômago e ceco (DE BLAS; CARABAÑO, 1996; GARCIA et al., 1993; GIDENNE et al., 2001; PEREZ DE AYALA et al., 1991). Cobos et al. (1995) também observaram redução no rendimento de carcaça pelo uso de fibra digestível com a proporção 50/0, 0/50 de cevada/polpa de beterraba, respectivamente para animais abatidos com aproximadamente 2 kg de peso vivo.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos no presente experimento, a polpa cítrica desidratada apresentou digestibilidade e valor nutritivo adequados, caracterizando-se como alimento essencialmente energético, porém deficiente em proteína. Apesar disso, o experimento de desempenho demonstrou que o uso da polpa cítrica desidratada na alimentação de coelhos deve ser visto com cautela, recomendando-se ser utilizado com inclusão de, no máximo, 20% em relação à energia digestível do milho.

Referências

ARRUDA, A. M. V.; PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y. Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1, p. 181-190, 2003.

CARABAÑO, R.; FRAGA, M. J. The use of local feeds for rabbits. **Options Méditerranéennes - Série Séminaires**, n. 17, p. 141-158, 1992.

CHIOU, P. W. S.; YU, B.; LIN, C. The effect of different fibre components on growth rate, nutrient digestibility, rate of digesta passage and hindgut fermentation in domesticated rabbits. **Laboratory Animals**, v. 32, n. 3, p. 276-283, 1998.

CITROVITA. Disponível em: <<http://www.citrovita.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

COBOS, A.; DE LA HOZ, L.; CAMBERO, M. I.; ORDOÑEZ, J. A. Sugar-beet pulp as an alternative ingredient of barley in rabbit diets and its effect on rabbit meat. **Meat Science**, v. 39, n. 1, p. 113-121, 1995.

DE BLAS, J. C.; CARABAÑO, R. A review on the energy value of sugar beet pulp for rabbits. **World Rabbit Science**, v. 4, n. 1, p. 33-36, 1996.

DE BLAS, J. C.; VILLAMIDE, M. J. Nutritive value of beet and citrus pulp for rabbits. **Animal Feed Science and Technology**, v. 31, n. 3/4, p. 239-246, 1990.

FRAGA, M. J.; PEREZ DE AYALA, P.; CARABAÑO, R.; DE BLAS, J. C. Effect of type of fiber on the rate of

passage and on the contribution of soft feces to the nutrient intake of finishing rabbits. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 4, p. 1566-1574, 1991.

GARCIA, G.; GALVEZ, J. F.; DE BLAS, J. C. Effect of substitution of sugarbeet pulp for barley in diets for finishing rabbits on growth performance and on energy and nitrogen efficiency. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 7, p. 1823-1830, 1993.

GIDENNE, T. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. **Livestock Production Science**, v. 51, n. 1/3, p. 73-88, 1997.

GIDENNE, T. Recent advances in rabbit nutrition: Emphasis on fibre requirements. A review. **World Rabbit Science**, v. 8, n. 1, p. 23-32, 2000.

GIDENNE, T.; JEHL, N. Replacement of starch by digestible fibre in the feed for the growing rabbit. 1. Consequences for digestibility and rate of passage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 61, n. 3/4, p. 183-192, 1996.

GIDENNE, T.; BELLIER, R. Use of digestible fibre in replacement to available carbohydrates. Effect on digestion, rate of passage and caecal fermentation pattern during the growth of the rabbit. **Livestock Production Science**, v. 63, n. 2, p. 141-152, 2000.

GIDENNE, T.; PEREZ, J. M. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. I. Effects on digestion, rate of passage and retention of nutrients. **Annales de Zootechnie**, v. 49, n. 4, p. 357-368, 2000.

GIDENNE, T.; PINHEIRO, V.; CUNHA, L. F. A comprehensive approach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply. **Livestock Production Science**, v. 64, n. 2/3, p. 225-237, 2000.

GIDENNE, T.; ARVEUX, P.; MADEC, O. The effect of quality of dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. **Animal Science**, v. 73, n. 1, p. 97-104, 2001.

HERRERA, A. P. N.; SANTIAGO, G. S.; MEDEIROS, S. L. S. Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 557-561, 2001.

HON, F. M.; OLUREMI, O. I. A.; ANUGWA, F. O. I. Effect of dried sweet orange (*Citrus Sinensis*) fruit pulp meal on the growth performance of rabbits. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 8, p. 1150-1155, 2009.

JEHL, N.; GIDENNE, T. Replacement of starch by digestible fibre in feed for the growing rabbit. 2. Consequences for microbial activity in the caecum and on incidence of digestive disorders. **Animal Feed Science and Technology**, v. 61, n. 1/4, p. 193-204, 1996.

LEBAS, F. Besoins nutritionnels des lapins: revue bibliographique et perspectives. **Cuniculture Science**, v. 5, n. 2, p. 1-28, 1989.

LEBAS, F.; GIDENNE, T.; PEREZ, J. M.; LICOIS, D. Nutrition and pathology. In: DE BLAS, J. C.; WISEMAN, J. (Ed.). **The nutrition of the rabbit**. 1st ed. Wallingford: CABI Publishing, 1998. p. 197-213.

- MAERTENS, L.; PEREZ, J. M.; VILLAMIDE, M. J.; CERVERA, C.; GIDENNE, T.; XICCATO, G. Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002. **World Rabbit Science**, v. 10, n. 4, p. 157-166, 2002.
- MANZANO, A.; FREITAS, A. R.; ESTEVES, S. N.; NOVAES, N. J. Polpa de citros peletizada na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1327-1332, 1999.
- MARTINEZ, P. J.; FERNANDEZ, C. J. Citrus pulp in diets for fattening rabbits. **Animal Feed Science and Technology**, v. 5, n. 1, p. 23-31, 1980.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: University of Connecticut, Agricultural Experiment Station Research Report, 1965. v. 11, p. 11.
- PARRÉ, J. L.; MEDEIROS, N. H. **Economia paranaense contemporânea: estrutura e desempenho**. 1. ed. Maringá: PME/UEM, 2006. v. 1. p. 482.
- PEREZ DE AYALA, P.; FRAGA, M. J.; CARABAÑO, R.; DE BLAS, J. C. Effect of fiber source on diet digestibility and growth in fattening rabbits. **Journal of Applied Rabbit Research**, v. 14, n. 1, p. 159-165, 1991.
- PEREZ, J. M.; GIDENNE, T.; BOUVAREL, I.; ARVEUX, P.; BOURDILLON, A.; BRIENS, C.; LE NAOUR, J.; MESSEGER, B.; MIRABITO, L. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by diarrhoea. **Annales de Zootechnie**, v. 49, n. 4, p. 369-377, 2000.
- PORCIONATO, M. A. F.; BERCHIELLI, T. T.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, W. V. B. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 258-266, 2004.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SAEG-Sistema de Análise Estatística e Genética. **Manual de Utilização do Programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa: UFV, 1997.
- VILLAMIDE, M. J.; MAERTENS, L.; DE BLAS, J. C.; PEREZ, J. M. Feed evaluation. In: DE BLAS, J. C.; WISEMAN, J. (Ed.). **The nutrition of the rabbit**. 1st ed. Wallingford: CABI Publishing, 1998. p. 89-101.

Received on January 27, 2011.

Accepted on August 24, 2011.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.