

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE POLPA CÍTRICA DESIDRATADA NA
ALIMENTAÇÃO DE COELHOS EM CRESCIMENTO

Autor: Bruno Giovany de Maria
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

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

MARINGÁ
Estado do Paraná
Dezembro – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE POLPA CÍTRICA DESIDRATADA NA
ALIMENTAÇÃO DE COELHOS EM CRESCIMENTO

Autor: Bruno Giovany de Maria
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

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

MARINGÁ
Estado do Paraná
Dezembro – 2008

Epígrafe

“Nosso grande medo não é o de que sejamos incapazes. Nosso maior medo é que sejamos poderosos além da medida. É nossa luz, não nossa escuridão, que mais nos amedronta.

Nos perguntamos "Quem sou eu para ser brilhante, atraente, talentoso e incrível?". Na verdade, quem é você para não ser tudo isso?... Bancar o pequeno não ajuda o mundo.

Não há nada de brilhante em encolher-se para que as outras pessoas não se sintam inseguras em torno de você.

E à medida que deixamos nossa própria luz brilhar, inconscientemente damos as outras pessoas permissão para fazer o mesmo".

Nelson Mandela

Ao meu pai José, pelo exemplo de honestidade e bom coração.

À minha mãe Elenice, pelo amor incondicional, pela valorização imprescindível do estudo, pelo incentivo e pelo caráter admirável.

Mãe você é sem dúvida a maior responsável por eu ter chegado até aqui.

Aos meus irmãos Marcos e Alexandre, pelo companheirismo e amizade.

À Cátia, mulher da minha vida, que me acompanhou durante mais essa jornada e que sempre tem me guiado ao melhor caminho, oferecendo amor, carinho e dedicação.

Ao meu filho João Pedro, traduza-se: “AMOR MAIOR”, semente de paz e esperança a quem devotarei minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua criação.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter oportunizado a realização deste trabalho e pela valorização da busca do conhecimento como ferramenta fundamental para o crescimento humano.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos professores que o compõem, por oferecerem a possibilidade de crescimento profissional e enriquecimento intelectual.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento concedido.

Ao Prof. Dr. Cláudio Scapinello pela orientação, ensinamentos, conselhos e paciência ímpar. Obrigado!

Ao Prof. Dr. Antônio Cláudio Furlan pela compreensão e ajuda em momentos difíceis específicos dessa jornada.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial a Pedro Barizão e Antônio Parma do setor de Cunicultura, pela amizade e pela contribuição técnica neste trabalho.

À Andréa Cristiane Michelan e Haroldo Garcia de Faria pela assistência essencial na montagem inicial do experimento.

À Andréa Froés Galuci Oliveira pelo acompanhamento e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

À Creuza, técnica do laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, pela paciência e ensinamentos relevantes para conclusão das análises laboratoriais.

À Josianny Limeira Figueira, Fernanda Catelan e Ana Carolina Monteiro pela contribuição na condução do experimento.

À Cátia Santos pela ajuda concedida nas análises laboratoriais e organização de dados, além de me dar apoio e fazer deste o nosso sonho, ajudando-me a concretizá-lo.

Aos meus companheiros de curso, que atravessaram juntamente comigo mais essa fase e foram relevantes para a conclusão do mesmo.

Às demais pessoas que por ventura eu tenha deixado de lembrar, mas que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Bruno Giovany de Maria, filho de José Benedito Maria e Elenice Fernandes de Maria, nasceu em Londrina, Paraná, no dia 15 de agosto de 1983.

Em dezembro de 2005, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2006, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Coelhos.

Em dezembro de 2008, submeteu-se à banca para defesa de dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
I-INTRODUÇÃO.....	1
Literatura Citada.....	11
II-OBJETIVOS GERAIS.....	13
III-UTILIZAÇÃO DE POLPA CÍTRICA DESIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS EM CRESCIMENTO.....	14
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Material e Métodos	17
Resultados e Discussão	22
Conclusões	32
Considerações finais	32
Literatura Citada	33

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição percentual e química da ração referência.....	18
Tabela 2 - Composição percentual e química das rações experimentais para avaliação da polpa cítrica desidratada para coelhos da desmama ao abate.....	20
Tabela 3 - Composição química da PCD e coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) das rações referência, teste e da polpa cítrica desidratada.....	22
Tabela 4 - Teores digestíveis da matéria seca (MSD), proteína (PD), fibra em detergente neutro (FDND), fibra em detergente ácido (FDAD) e energia (ED) da polpa cítrica com base na matéria seca.....	25
Tabela 5 - Médias estimadas de consumo de ração diário (CRD), ganho de peso vivo diário (GPD), peso vivo aos 50 e 70 dias de idade (PV50 e PV70), conversão alimentar (CA) e custo de ração/kg de peso vivo ganho (Custo) para coelhos dos 32 aos 70 dias de idade.....	26
Tabela 6 - Médias estimadas para pesos de carcaça (PC), membros anteriores (ANT), membros posteriores (POS), lombo (LOM), região tóraco-cervical (RTC), cabeça (CAB) e vísceras comestíveis (fígado (FIG), rins (RINS) e coração (COR)) de coelhos abatidos aos 70 dias de idade de acordo com as rações experimentais.....	30
Tabela 7 - Médias estimadas para rendimento de carcaça (RC), rendimento de membros anteriores (RANT), rendimento de membros posteriores (RPOS), rendimento de lombo (RLOM), rendimento da região tóraco-cervical (RRTC), e rendimento de cabeça (RCAB) para coelhos abatidos aos 70 dias de idade e alimentados com diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica nas dietas.....	31

RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos com objetivo de determinar o coeficiente de digestibilidade e valor nutritivo da polpa cítrica desidratada (PCD) para coelhos e para avaliar a viabilidade do uso da PCD em diferentes níveis de substituição ao milho durante a fase de crescimento. No ensaio de digestibilidade foram utilizados 30 coelhos Nova Zelândia Branco, com 45 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, recebendo duas dietas, sendo uma referência e uma teste em que a PCD substituiu 20% da matéria seca da dieta referência, com 15 repetições por tratamento. O ensaio teve duração de 14 dias, sendo 10 dias para adaptação e quatro dias para coleta de fezes. Os coeficientes de digestibilidade aparente para MS, PB, FDN, FDA e EB da PCD foram, respectivamente, 83,75; 70,12; 40,14; 68,98; e 81,48% e os valores digestíveis totais foram, respectivamente, 76,04; 5,03; 9,52; 15,09%; e 3394 kcalED/kg MS. Para avaliar o desempenho foram utilizados 120 coelhos Nova Zelândia Branco, dos 32 aos 70 dias de idade distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos, sendo uma ração referência sem PCD e mais cinco rações em que a PCD foi incluída, substituindo a energia digestível do milho em 20%, 40%, 60%, 80%, 100%, com 10 repetições por tratamento e dois animais por unidade experimental. No período dos 32 aos 50 dias de idade, o aumento gradativo no uso de PCD reduziu linearmente o consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e peso vivo aos 50 dias (PV50). Efeitos quadráticos sobre a conversão alimentar (CA) e custo de ração/kg de peso vivo ganho (Custo) resultaram em melhores valores com 42,74% e 43,33% de substituição do milho pela PCD, respectivamente. De acordo com o teste de Dunnett, a substituição de 20% da energia digestível do milho pela PCD foi a única que não apresentou prejuízo em relação à ração testemunha para CRD, GPD e PV50, enquanto piores significativas para CA e Custo só foram observadas quando a PCD substituiu totalmente a ED do milho. Dos 32 aos 70 dias de

idade, incrementos nos níveis de PCD em substituição a ED ao milho prejudicaram linearmente o CRD e GPD. No entanto, efeitos quadráticos sobre a CA e Custo resultaram em melhores valores com 44,40% e 45,30% de substituição da ED do milho pela PCD, respectivamente. Exceto a ração com 20% de substituição da ED do milho por PCD, todas as demais apresentaram piores resultados em relação à ração testemunha para CRD e GPD. Contudo, apenas a substituição total do milho por PCD piorou a CA e Custo. O aumento gradativo do uso de PCD reduziu linearmente os pesos de carcaça e cortes comerciais. Utilizando o teste de Dunnett, as dietas com níveis acima de 40% de substituição da ED do milho pela PCD apresentaram piores resultados do que a ração testemunha para os pesos de membros posteriores, de lombo, de região tóraco-cervical e de cabeça. Para o peso de carcaça e dos membros anteriores, incrementos a partir de 20% apresentaram valores mais baixos. Houve redução linear sobre os rendimentos de carcaça (RC), lombo (RLOM) e região tóraco-cervical (RRTC), e aumento sobre os de membros anteriores (RANT), posteriores (RPOS) e cabeça (RCAB) com o aumento da inclusão de PCD nas rações. Quando comparadas a ração testemunha, piores resultados de RC, RANT, RPOS, RLOM e RCAB foram observados com dietas que apresentavam, respectivamente, níveis a partir de 40%; 100%; 40%; 100%; e 60% de substituição da ED do milho pela PCD. Não foi observada diferença significativa para RRTC. Com base nos dados obtidos no presente experimento pode-se concluir que, embora de alto valor nutritivo a PCD deve ser utilizada com cautela, podendo substituir o milho em até 20% nas dietas de coelhos em crescimento.

ABSTRACT

Two experiments have been carried out to determine the digestibility coefficient and nutritive value of dehydrated citrus pulp (DCP) for rabbits, and also to assess the viability of DCP usage in different replacement levels of digestible energy of corn, during the growing phase. In the digestibility assay, 30 White New Zealand rabbits with 45 days old were used, distributed in a completely randomized design, receiving two diets, being one reference diet, and another one a test diet, in which the DCP replaced 20% of the reference diet on dry matter, using 15 replications per treatment. The assay lasted 14 days, being 10 days of this period for adaptation and 4 days for feces collection. The apparent digestible coefficient of DM, CP, NDF, ADF and CE of DCP were, respectively, 83.75; 70.12; 40.14; 68.98; and 81.48% and the total digestible values were, respectively, 76.04; 5.03; 9.52; 15.09%; and 3394 kcalED/kg DM. In order to evaluate the performance of growing rabbits, 120 White New Zealand rabbits were used, from 32 to 70 days old, distributed in a completely randomized block design, with six treatments, being one reference ration with no DCP and another five rations with the DCP included, replacing the digestible energy of corn in 20, 40, 60, 80, and 100%, with 10 replications per treatment and two animals per experimental unit. In the period from 32 to 50 days old, the gradual increase of DCP use resulted in a reduction on the daily feed intake in a linear way (DFI), on daily weight gain (DWG) and on live weight at 50 days (LW50) of age. Quadratic effects on the feed conversion (FC) and on the ration costs/kg of live weight gain (Cost) resulted in better values, with 42.74 and 43.33% of corn replacement for DCP, respectively. Applying the Dunnet test, the replacement of 20% corn's DE for DCP was the only one that did not present loss in relation to the reference ration on DFI, DWG and LW50, while significant impairments on FC and Cost were only observed when the DCP completely replaced the corn's DE. From 32 to

70 days old, increase in DCP levels in replacement of corn's DE impaired linearly the DFI and DWG. However, quadratic effects on the FC and Cost presented better results with 44.40 and 45.30% of corn's DE replacement, respectively. Except for the 20% corn's DE replacement, all of the others presented worst results in relation to the reference ration for DFI and DWG. However, only the total replacement of corn for DCP caused a negative impact on FC and Cost. The gradual increase of DCP use linearly reduced the carcass weight and commercial cuts weight. Applying the Dunnett test, the diets with levels above 40% of corn's DE replacement for DCP presented worst results than the reference ration for posterior limbs weight, loin, thorax-cervix part and head. When 20%, or more, of corn's DE were replaced with DCP, the carcass and the limbs weight presented lower values. There was a linear reduction on the carcass yield (CY), loin (LY) and thorax-cervix part (TCY), and an enhance on the anterior (ALY) and posteriors (PLY) limbs and on the head (HeY) when DCP increased in rations. When compared to the reference ration, the worst results of CY, ALY, PLY, LY, HeY were verified in diets that presented levels at 40; 100; 40; 100; and 60% up, respectively, of corn's DE replacement for DCP. No significant difference was noticed for TCY. Based on the experiment results it is possible to conclude that, even though DCP has a high nutritive value, it needs to be used with caution, allowing replacing the corn up to 20% in growing rabbits diets.

I - INTRODUÇÃO

As particularidades anatômicas e fisiológicas do sistema digestório, ou trato gastrintestinal dos coelhos fazem destes, animais singulares entre os de interesse comercial. Os dois principais e maiores compartimentos dessa região são o estômago e o ceco, os quais correspondem respectivamente a 34% e 49% da sua capacidade total (Carabaño & Piquer; 1998).

O ceco dos coelhos é funcional, participa massivamente da digestão de alimentos, com degradabilidade de nutrientes não digeridos no intestino delgado que sofrem ação de micro-organismos e elevam a digestibilidade da dieta, quer seja pela produção e absorção de ácidos graxos voláteis (AGV), quer seja pela ingestão de cecotrofos, material que disponibiliza, principalmente, proteína microbiana e vitaminas produzidas pela microbiota e que não seriam obtidos pelo processo de digestão normal (Carabaño & Piquer; 1998).

A manutenção de uma população de micro-organismos desejáveis, não-patogênicos, no ceco é de fundamental importância para o desenvolvimento saudável do coelho. Carabaño & Piquer (1998) discorrem que a microbiota do ceco é composta, principalmente por bactérias, sendo os gêneros *Bacteroides* os de maior proporção compreendendo 10^9 - 10^{10} bactéria/g, sendo que outras populações como os *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Streptococcus* e *Enterobacter* juntas perfazem uma carga de 10^{10} - 10^{12} bactéria/g. Entre essas, as consideradas mais prejudiciais são as do gênero *Clostridium*, responsáveis por produção de substâncias tóxicas, que quando em excesso tornam nocivas a vida animal.

Além da flora bacteriana, o ambiente cecal também deve ser controlado. Bellier (1994) citado por Lebas et al. (1998) indica que o nível de AGV de um ceco sadio seria de 58 ± 9 mmol/l, sendo o de nível de Butirato de $5,0 \pm 1,7$ mmol/l e os valores de pH e amônia cecal ideais seriam, respectivamente, de $6,45 \pm 0,3$ e $5,6 \pm 3,0$ mmol/l.

Um inadequado manejo alimentar, contudo, pode levar a alterações significativas neste padrão, particularmente na fase de crescimento dos coelhos em torno do período de desmama, intervalo de tempo em que o animal possui um sistema gastrointestinal ainda imaturo, particularmente em relação à capacidade de utilização de amido das dietas. Nessa fase, as células do pâncreas ainda não estão em pleno funcionamento e não produzem quantidades suficientes da enzima amilase. Portanto, qualquer dieta que sobretaxe a carga de amido capaz de ser digerida no intestino delgado nesta fase, ocasiona uma maior entrada deste nutriente no ceco (Jehl & Gidne, 1996), resultando em um aumento no peso e volume deste compartimento, redução na taxa de passagem e em uma super-fermentação em função da degradação dos carboidratos disponíveis. Todos estes fatores elevam os eventos de enterites e diarreias, principais causas morte de animais jovens. Lebas et al. (1998) mencionam que enterites podem levar a uma taxa de mortalidade de até 50% em casos extremos, ou são responsáveis por quedas acentuadas nos índices de desempenho.

Para que seja evitado este tipo de ocorrência, um nível mínimo de fibra, em torno de 18% de FDA, na dieta de coelhos é indicado (Vilamide et al., 1998; Gidenne & Perez 2000; Perez et al., 2000). A fibra é responsável por um efeito lastro da digesta, impedindo que quantidades excessivas de material facilmente digestível cheguem ao ceco, já que o aumento no nível dessa fração alimentar eleva a contração e os movimentos peristálticos do trato, favorecendo a excreção e diminuindo o tempo de retenção do alimento no segmento ceco-cólico (Lebas et al., 1998). A fibra dietética não é tida, portanto, como um ingrediente de grande valor nutritivo, mas sim como a responsável por um bom funcionamento do trato gastrointestinal. Altos incrementos de FDA, todavia, diluem a energia da dieta e levam ao aumento na taxa de passagem, o que inviabiliza a digestibilidade dos nutrientes, piorando a conversão alimentar e reduzindo, conseqüentemente, o ganho de peso (Gidenne, 2000).

Apesar disso, existem duas frações da fibra que são bem utilizadas nutricionalmente, são elas as hemiceluloses e as pectinas, também denominadas de fibra digestível. Marounek et al. (1995) relatam que a atividade das enzimas bacterianas celulolíticas permanecem baixas entre quatro semanas e três meses de idade enquanto as atividades xilanolíticas e pectinolíticas aumentam nitidamente. Além disso, esses mesmos autores diagnosticaram uma alta atividade pectinolítica, seguida por xilanolítica e celulolítica, correspondendo assim ao nível de fermentabilidade da fração fibrosa e a digestibilidade dessa pelo coelho. Portanto, alimentos constituídos de altos

níveis de fibras digestíveis são bem utilizados como fontes de carboidratos. Gidenne (1997) acrescenta que o tempo de retenção da digesta é relativamente curto, permitindo, principalmente, uma degradação da fibra altamente digestível como pectinas e hemiceluloses e Gidenne et al. (1998) expõem que a atividade microbiana cecal predominante é realizada por ação de pectinases que degradam rapidamente a pectina, apresentando 70% a 76% de digestibilidade.

As frações mais digestíveis da fibra poderiam, dessa forma, minimizar os efeitos negativos causados por fontes amiláceas, sendo indicadas no fornecimento de energia para rações, com o benefício de levarem consigo pequenas quantidades de fibra indigestível, favorecendo a motilidade do trato gastrintestinal.

Todos estes fatores evidenciam a importância de estudos de novas fontes alimentares na nutrição de coelhos. Pesquisas vêm sendo conduzidas com o intuito de avaliar a digestibilidade e o impacto de determinados alimentos sobre o funcionamento do sistema digestório e desempenho dos coelhos.

Estudos de alimentos alternativos, principalmente substitutos de soja e milho são de extrema importância para a redução de custos e diversificação das estratégias nutricionais, relevantes em épocas de altas nos preços das commodities, muito susceptíveis a volatilização do mercado internacional.

Outro fator a ser ressaltado é a importância de estudos com alimentos que não competem com a alimentação humana, sempre alvo de críticas de entidades internacionais. Hoje cerca de 80% da produção nacional de milho é destinada a formulação de ração animal, sendo este o ingrediente de maior participação nas rações (Butollo, 2002). Além disso, já são observados embargos de consumidores a produtos de origem animal no exterior que utilizam a soja cultivada em áreas de preservação ambiental, como na Amazônia, para alimentação de rebanhos; é o chamado consumo consciente (Nogueira, 2007).

Adicionalmente, a utilização de subprodutos da indústria alimentícia, pode modificar o estereótipo de vilão da criação animal, por retirar resíduos que fatalmente contaminariam o meio-ambiente, mas que podem ser reciclados na forma de alimentos.

Todos estes fatores (nutricionais, ambientais, sociais), aliados, resultariam em uma produção animal mais rentável, ecológica e socialmente correta, importante para o desenvolvimento econômico e sustentável das criações como um todo e fundamentais para uma melhora na imagem da cadeia produtiva da carne diante da opinião pública.

Um alimento que contextualiza muito bem todos estes fatores citados acima é representado pela polpa cítrica desidratada (PCD), com composição físico-química semelhante à polpa de beterraba, possui altos níveis de pectinas e baixos níveis de lignina, o que confere a elevada disponibilidade nutritiva de sua fibra, correspondendo a altos valores de energia em sua composição, sendo frequentemente utilizada como alternativa em substituição a concentrados energéticos.

Obtida após esmagamento da fruta, a polpa cítrica *in natura* é constituída de cascas, sementes, bagaços, polpas e frutas inteiras (refugos não utilizados na produção de sucos) com umidade em torno de 80%. A polpa cítrica desidratada é apresentada na forma de peletes. Para tal os resíduos da indústria são triturados e, em seguida, recebem Óxido de Cálcio (cal), para favorecimento da secagem do material e correção de pH, o qual permanece na faixa de 6,40 a 6,80. O processo de secagem é feito, inicialmente, por meio de prensas que separam a fase líquida (licor) e depois por secadores a chama direta que operam desde a entrada das frutas no processamento até a saída dos resíduos. Devido ao baixo peso específico ao sair dos secadores, o que representa uma séria limitação econômica para seu transporte e armazenamento, a PCD passa por máquinas peletizadoras que dão a forma característica aos peletes e elevam em 4 a 5 vezes a sua densidade. Depois de seca a PCD apresenta umidade entre 10% e 12% (Pereira, 2003).

De acordo com NRC (2000) a polpa cítrica desidratada possui em sua composição valores brutos de MS, PB, FDN, FDA correspondentes respectivamente a 85,8; 6,9; 24,2; e 22,2%. Enquanto Rostagno (2005) apresenta valores de MS, PB, FB e EB de 88,44; 6,37; 12,7% e 3701 kcal/kg de MS para PCD, respectivamente.

Seu potencial de utilização pode ser evidenciado pelo estudo mais aprofundado da produção nacional de laranjas. O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção mundial de citros, seguido de Estados Unidos e Espanha. O país encontra-se também em primeiro lugar na exportação de suco concentrado com 70% das exportações mundiais. Cerca de 50% do suco consumido no mundo são oriundos do Brasil, sendo o mercado europeu, Canadá e Estados Unidos os maiores importadores (Parré & Medeiros, 2006). Segundo a Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos (ABECITRUS, 2008), a cadeia produtiva da laranja gera divisas anuais superiores a US\$1,0 bilhão, contribuindo de maneira significativa para o superávit da balança comercial brasileira. De acordo com a Secretaria de Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio citado pela ABECITRUS (2008), a receita com as exportações brasileiras de suco de laranja superou US\$2,0 bilhões pela primeira vez na história, na safra 2006/07,

encerrada em 30 de junho. O faturamento da indústria processadora com as vendas externas totais atingiu US\$2,017 bilhões na safra, alta de 64,78% sobre o US\$1,224 bilhão movimentado na safra 2005/2006. Antes disso, o maior faturamento com a exportação da bebida que se tem registro na Secex é da safra 1989/1990 e foi de US\$1,460 bilhão.

Foi na década de 1980 que, graças à contribuição do Estado de São Paulo, o Brasil tornou o maior produtor mundial de laranjas, superando a produção Norte Americana. Hoje São Paulo é o maior parque citrícola do globo terrestre e é responsável por mais de 80% da produção do Brasil (Parré & Medeiros, 2006).

No Paraná a produção de cítricos é ainda incipiente, concentrada atualmente no norte e noroeste do Estado e surgiu como uma alternativa a agricultura. Instalados em região de solos arenosos, os pomares eram tidos como de baixa fertilidade, contudo aplicações de alta tecnologia quebraram este tabu. Segundo Parré & Medeiros (2006) a produção destas duas regiões paranaenses, no ano de 2004, foi estimada em 7,08 milhões de caixas de laranja de 40,8 kg, sendo a maior parte deste volume (97,6%) destinado a produção de suco de laranja concentrado. O setor movimentou mais de R\$59,0 milhões no ano de 2004, gerando emprego e renda para alguns municípios da região.

Parré & Medeiros (2006) realizaram estudos com três agroindústrias representativas na produção de suco de laranja concentrado do Paraná, para tal as corporações foram nomeadas como Organizações A, B e C. Neste estudo foi observado que a Organização A era a única que operava em sua capacidade máxima, já a Organização B, com capacidade de esmagar 2,5 milhões de caixas de laranja por safra, teria processado um total de 1,7 milhão e a Organização C trabalhava com apenas 50 % da sua capacidade total que era de 6,0 milhões de caixas de laranja. Neste estudo os autores diagnosticaram os pontos fortes e fracos da cadeia produtiva de laranja e entre os fatores negativos estariam a sazonalidade da produção, a disputa entre agroindústrias, a ocorrência de doenças nos pomares e, por fim, as barreiras tarifárias impostas por mercados estrangeiros protecionistas (em alguns casos podendo chegar a 70% do valor do suco de laranja concentrado). Essas são fontes prejudiciais ao agronegócio laranja, que se corrigidos podem elevar ainda mais a participação deste produto no PIB paranaense e brasileiro.

Como no processamento da laranja, 50% dela resulta em resíduo, denominado polpa cítrica, é evidente o potencial de utilização deste subproduto. Nos anos de 1996 e

1997, as exportações ultrapassaram os US\$100,0 milhões, vindo a cair para menos de US\$20,0 milhões em 1998, já que a polpa cítrica desidratada tinha como principal destino a União Europeia. Com a detecção da presença de dioxina (substância cancerígena) em partidas de farelo para a Europa, ocorreu a suspensão das importações (Neves et al., 2008). Ainda segundo estes autores, mesmo com a posterior liberação, as exportações de PCD não mais alcançaram o bom desempenho exportador dos anos de 96 e 97, em volume físico e divisas carreadas, pois os preços internacionais mais estáveis (próximos dos US\$70,0 a 80,0/t) favoreceram o seu uso no mercado doméstico, principalmente pelo crescimento da demanda para rações animais no Brasil. Dados obtidos pela ABECITRUS (2008) indicam um volume de exportação no ano 2006/2007 acima de 806 mil toneladas de polpa cítrica desidratada.

A PCD é considerada um alimento energético (Schalch et al., 2001; Medeiros et al., 2000; Buttolo, 2002) e tem sido utilizada em diversos experimentos com diferentes espécies animais, principalmente em ruminantes.

Leme et al. (2000) não verificaram diferenças no desempenho de tourinhos pelo uso da polpa cítrica desidratada em substituição total ao milho quando baixos níveis de concentrado (20%) foram utilizados. Contudo, quando a suplementação concentrada foi elevada (80%) a PCD prejudicou o ganho de peso, peso vivo final e peso de carcaça quente.

Schalch et al. (2001) obtiveram ótimos resultados na utilização da polpa cítrica desidratada para bezerros leiteiros desmamados precocemente, relatando a possibilidade de 100% de substituição ao milho.

Ezequiel et al. (2006) apontaram a possibilidade de substituição de 50% do milho por polpa cítrica desidratada para bovinos nelore em confinamento alimentados com uma dieta composta proporcionalmente por 39:61 na relação volumoso:concentrado, no qual os animais não apresentaram diferenças no desempenho. Contudo, pela análise econômica, a PCD reduziu o custo por arroba de R\$51,00 com suplementação exclusiva de milho para R\$44,20 com associação de 50% do subproduto.

Já Porcionato et al. (2004) verificaram que o uso de PCD, normal ou queimada, na alimentação de bovinos elevou a digestibilidade das dietas experimentais quando usadas em níveis de 40% e 60% de substituição ao milho. Todavia, foi observada uma deficiência no fornecimento de proteína.

O uso de PCD apresentou bons resultados também com ovinos. Henrique et al. (2003) realizaram estudo com cordeiros, no qual o milho foi substituído pela polpa

cítrica desidratada, utilizada em níveis crescentes na dieta total (0%, 25%, 45%, 55%), composta por 80% de concentrado e 20 % de silagem de milho. Neste experimento observou-se que a inclusão da polpa cítrica desidratada elevou a ingestão de alimento e melhorou a digestibilidade da proteína e da fibra em detergente ácido e favoreceu o aproveitamento de nitrogênio.

Manzano et al. (1999) trabalharam com potras em crescimento e afirmaram a viabilidade de fornecimento de PCD a um nível de 15% na dieta completa, ou substituindo até 55% do milho no concentrado, ambos em uma alimentação composta por 60% de concentrado e 40% de volumoso. Neste mesmo experimento os autores observaram um aumento na digestibilidade aparente das rações com o incremento na utilização do subproduto.

Perali et al. (2001) definiram a polpa cítrica desidratada como alimento de boa digestibilidade, fato atribuído aos altos níveis de pectina em sua composição, sendo recomendado para atender as exigências energéticas dos equinos, porém com escassez proteica, devendo, dessa forma, ser administrada em consórcio com concentrados dessa natureza.

Com cães, Malafaia et al. (2002) utilizaram um composto de 1:1 de feno de alfafa:polpa cítrica desidratada, substituindo a níveis de 0%, 10% e 20% uma ração comercial, e observaram menor consumo de água e matéria seca, porém com incremento na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro da dieta com o aumento de PCD, ocorrência atribuída a maior capacidade de retenção de água e aumento no tempo de retenção provocado pelas fibras da polpa.

Trabalhos específicos com polpa cítrica desidratada para coelhos não são vastamente encontrados na literatura, terreno no qual predominam os estudos com polpa de beterraba, prioritariamente realizados no continente europeu.

Fraga et al. (1991) não observaram um maior tempo de retenção, embora com leve tendência a isso, quando utilizaram polpas de beterraba e cítrica desidratada em substituição ao feno de alfafa. Porém, neste estudo foi verificada um maior peso dos conteúdos do estômago e ceco, fato associado a uma hipermotilidade antral, provocada por uma grande dificuldade de esvaziamento gástrico. Além disso, esse enchimento do ceco poderia levar a uma menor taxa de recuperação de cecotrofos o que é correntemente diagnosticado como um dos fatores que favorecem a ocorrência de problemas digestivos e diarreias. Por fim, observou-se também que as rações com

polpas apresentaram menor proporção cecal de MS, de PB e maior de amônia, indicando uma maior capacidade de retenção de água e uma melhor degradação de proteína. A boa digestibilidade da proteína, em parte, explicada pela fonte usada, ou seja, maiores níveis de farelo de soja e cevada, necessárias para suprir as necessidades de proteína para os coelhos neste experimento, já que as dietas eram isoproteicas. Para concluir os autores afirmam que fibras altamente digestíveis como as encontradas nas polpas cítrica desidratada e de beterraba não são adequadas para suprir os requerimentos de fibra na alimentação de coelhos.

Em estudo complementar ao anterior, Perez de Ayala et al. (1991) verificaram que o uso das polpas de beterraba e citros, individualmente, elevaram a digestibilidade das rações em relação ao feno de alfafa. Desta vez os autores associaram essa melhora a um maior tempo de retenção e maior peso de conteúdo de estômago e ceco. Apesar disso, os coelhos alimentados com rações à base de polpas apresentaram piores desempenhos quando verificados consumo, ganho de peso e rendimento de carcaça, embora a conversão alimentar não tenha sido afetada. Ainda neste trabalho foi deduzida uma equação de predição para simular a digestibilidade da fibra bruta em diversos alimentos. Esta equação foi desenvolvida para fornecer os valores de fibra bruta indigestível (FBI) necessária para um bom desempenho e saúde do trato gastrintestinal de coelhos, para evitar distúrbios provocados pelos fatores já relacionados acima. A equação obtida foi a seguinte:

$$\text{FBI (\%MS)} = -0,036 + 0,82 \text{ FB (\%MS)} - 0,071 \times \text{Po}$$

em que $n = 77$; $R^2 = 0,86$; $P < 0,001$; e onde Po = a proporção de polpa de citros ou beterraba na dieta. Daí pode-se retirar o efeito negativo das polpas para obtenção de fibra efetivamente funcional para coelhos. Os autores concluem que a baixa lignificação da fibra e os altos conteúdos de pectina das polpas de citros e beterraba não apresentam efeito lastro, pelo contrário, deveriam ser restringidas para evitar excessiva taxa de entrada de material fermentável no ceco.

Martinez & Fernandez (1980) utilizaram vários níveis de PCD em substituição crescente (0%, 15%, 30%, 45%, 60%, 75%) ao milho, cevada, farelo de trigo e alfafa, além de um último tratamento com fornecimento do subproduto puro para coelhos Nova Zelândia Branco em crescimento. Neste experimento eles verificaram que o aumento da utilização do subproduto elevou os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, FB, FDA e EB das rações, embora tenha havido uma redução na utilização de nitrogênio (N), atingindo digestibilidades acima de 80% para todos os nutrientes citados, com

exceção do último. Por essa razão afirmou-se que a polpa cítrica desidratada seria, no mínimo, tão digestível quanto os cereais que foram substituídos.

No experimento de desempenho, em que não foram utilizados o subproduto puro, Martinez & Fernandez (1980) observaram que o consumo diminuiu com dietas contendo mais de 15% de PCD (91 g MS/dia) e este efeito tornou-se mais pronunciado com maiores níveis de inclusão (58 g MS/dia (75% PCD), o ganho de peso diário seguiu um padrão semelhante, o que elevou o tempo da desmama ao abate de 71 (0 e 15% PCP) para 97 dias (75% PCP). Além disso, maiores níveis de inclusão aumentaram a taxa de mortalidade (2,2 para 35%) e pioraram os índices de eficiência alimentar e rendimento de carcaça. Os autores afirmam, contudo, que os valores de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar ficaram dentro dos limites normais para dietas de 0% até 45% de PCD.

Em outro experimento, de Blas & Villamide (1990) determinaram o valor nutritivo da PCD para coelhos, para tal utilizaram duas dietas basais diferentes a serem substituídas por 30% de PCD. A primeira com menor valor energético e altos níveis de fibra dietética (2390 kcal/kg de MS) e a segunda oposta a primeira (2940 kcal/kg de MS). Neste estudo os autores verificaram que a inclusão do subproduto às dietas melhorou a digestibilidade das rações em ambos os casos. Entretanto, quando a digestibilidade e os valores nutritivos da polpa cítrica desidratada foram analisados, obtiveram-se valores distintos. O tipo de dieta basal teve um efeito significativo sobre todas as estimativas de digestibilidade da PCD, sendo os valores mais altos obtidos sempre com o uso de dietas basais de alto conteúdo energético. Este fato permitiu aos autores inferirem que a maior digestibilidade obtida na dieta dois, seria efeito de um maior tempo de retenção da digesta no intestino, provocado pela PCD, o que seria atenuado com o uso da dieta basal com baixa energia, em que foram adicionadas quantidades representativas de fibra indigestível, responsável por uma menor taxa de entrada daquele material no ceco. Portanto, dietas basais de alto conteúdo energético podem superestimar os reais valores nutritivos das polpas na alimentação de coelhos.

Outras pesquisas foram desenvolvidas no intuito de esclarecer o efeito de substituição de fontes de carboidratos amiláceos ou disponíveis (cevada) por fibra digestível (polpa de beterraba). Como estes resultados podem ser associados às polpas cítricas, pela semelhança em suas composições químicas e bromatológicas, alguns estudos serão abordados.

Em dois estudos combinados foram avaliados os efeitos da substituição de fibra digestível (hemicelulose e pectina), oriunda do farelo de trigo e polpa de beterraba, por amido, oriundo da cevada, em quatro níveis (12%, 16%, 20% e 23%), sobre a digestão e dinâmica do trato gastrintestinal (Gidenne & Perez, 2000) e sobre o desempenho e mortalidade (Perez et al., 2000) dos coelhos em crescimento. Quanto aos parâmetros digestivos, a utilização de fibra digestível não alterou a retenção de energia e, além disso, reduziu o tempo de retenção das fases líquidas e sólidas da digesta. Para o desempenho observou-se que altos níveis de amido provocaram uma redução no ganho de peso e no consumo de ração dos coelhos da desmama aos 49 dias de idade, além da ocorrência de maior mortalidade, quase o triplo em relação à ração com altos níveis de fibra digestível. Bons resultados atribuídos a alta capacidade na utilização de hemicelulose e pectina pelos coelhos, podendo assim, substituir o amido dietético, desde que mantido constantes os níveis de fibra indigestível da dieta ($\pm 18\%$ FDA).

Gidenne et al. (2000) desenvolveram um estudo em que foram avaliadas três dietas com níveis decrescente de FDA (20%, 16% e 12%), obtidos pela substituição de fibra digestível por amido, sobre os parâmetros digestivos e estado sanitário de coelhos. A redução no nível de fibra digestível (20% – 12%) reduziu o consumo e o ganho de peso na fase pós-desmama, além da observação de maior morbidade dos animais. Contudo, a conversão alimentar foi melhorada. Em relação aos parâmetros digestíveis, a redução no nível de fibra elevou o tempo de retenção da digesta na região ceco-cólica, diminuiu a atividade fibrolítica, afetando, predominantemente, a ação das bactérias pectinolíticas (-50%). Por fim o pool de AGVs também foi alterado, no qual observou-se um aumento de butirato e redução de acetato.

Todos estes fatores, aliados a alta variabilidade da composição bromatológica da polpa cítrica desidratada e possíveis contaminações por dioxina, defensivos agrícolas, ou fungos, demonstram a importância de se qualificar científica e economicamente a PCD, para que novos dados confiáveis, adaptados a realidade nacional, sejam compilados e fornecidos a comunidade científica e a produtores rurais.

Literatura Citada

- ABECITRUS – Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br>> Acesso em: 20/02/2008.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1.ed. Botucatu, SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 2002. 430p.
- CARABAÑO, R.; PIQUER, J. The digestive system of the rabbit. In: De Blas, C.; Wiseman, J. (Ed.) **The nutrition of the rabbit**. 1.ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1998. p.01-16.
- DE BLAS, C.; VILLAMIDE. Nutritive value of beet and citrus pulp for rabbits. **Animal Feed Science and Technology**, v.31, n.3-4, p.239-246, 1990.
- EZEQUIEL, J.M.B.; ROSEMARY, L.G.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e característica de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2050-2057, 2006.
- FRAGA, M.J.; PEREZ DE AYALA P.; CARABAÑO R. et al. 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.
- 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.; Carabaño, R.; García, J. et al. Fibre Digestion. In: De Blas, C.; Wiseman, J. (Ed.) **The nutrition of the rabbit**. 1.ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1998. p.69-88.
- 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.
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R. et al. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.2007-2015, 2003.
- 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.; GIDENNE, T.; PEREZ, J.M. et al. Nutrition and pathology. In: De Blas, C.; Wiseman, J. (Ed.) **The nutrition of the rabbit**. 1.ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1998. p.197-213.
- LEME, P.R.; LANNA, D.P.D; HENRIQUE, W. et al. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.23, p. 834-839, 2000.
- MALFAIA, M.I.F.R.; PEDROZO, E.A.; SANTOS, J.A.P. et al. Consumo de nutrientes, digestibilidade *in vivo* e *in vitro* de dietas para cães contendo polpa de citrus e folha de alfafa. **Ciência Rural**, v. 32, n.1, p. 121-126, 2002.

- MANZANO, A.; FREITAS, A.R.; ESTEVES, S.N. et al. Polpa de citros peletizada na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1327-1332, 1999.
- MAROUNEK, M.; VOVK, S.J.; SKRAMOVÁ, V. Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. **British Journal of Nutrition**, v.73, n.3, p.463-469, 1995.
- 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.
- MEDEIROS A.N.; CARREGAL R.D.; GUEDES R.M.M. et al. 2000. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com diferentes níveis de polpa cítrica. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, Viçosa, 2000, 502-502.
- NEVES, E.M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D.S. et al. Citricultura brasileira: efeitos econômico-financeiros 1996-2000. In: ABECITRUS – Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br>> Acesso em: 20/02/2008.
- NOGUEIRA P. Mude a sua dieta e salve a Amazônia. **Revista Galileu**, n.193, p.50-55, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed.rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 232p.
- PARRÉ, J.L.; MEDEIROS, N.H. **Economia paranaense contemporânea: estrutura e desempenho**. 1.ed. Maringá: PME/UEM, 2006. v.1. 482 p.
- PERALI, C. Valores nutricionais de alimentos para equinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n.5, p. 1216-1224, 2001.
- PEREIRA, R.A.N.; **Estratégias de avaliação nutricional da polpa cítrica seca para coelhos em crescimento**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 110p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2003.
- PEREZ, J.M.; GIDENNE, T.; BOUVAREL, I. et al. 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.
- PEREZ DE AYALA, P.; FRAGA, M.J.; CARABAÑO, R. et al. Effect of fiber source on diet digestibility and growth in fattening rabbits. **Journal Applied Rabbit Research**, v.14, n.1, p.159-165, 1991.
- PORCIONATO, M.A.F.; BERCHIELLI, T.T.; FRANCO, G.L. et al. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacoal 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. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2005. 141p.
- SCHALCH, F.J.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M.A. et al. Substituição do milho em grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.1, p.280-285, 2001.
- VILAMIDE, M.J.; MAERTENS, C.; DE BLAS, C. et al. Feed evaluation. In: De Blas, C.; Wiseman, J. (Ed.) **The nutrition of the rabbit**. 1.ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1998. p.89-101.

II – OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho teve como objetivos, determinar o valor nutritivo da polpa cítrica desidratada por meio de ensaio de digestibilidade e avaliar a inclusão de níveis crescentes da mesma em substituição a energia digestível do milho sobre o desempenho de coelhos da desmama ao abate.

III – Utilização de polpa cítrica desidratada na alimentação de coelhos em crescimento

RESUMO: Experimentos foram conduzidos com objetivo de determinar o valor nutritivo da polpa cítrica desidratada (PCD) e avaliar seu uso em substituição ao milho para coelhos. Para a digestibilidade foram utilizados 30 coelhos, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, sendo, uma dieta referência e uma com 20% de substituição desta por PCD. O ensaio teve duração de 14 dias, sendo 10 dias de adaptação e mais quatro para coleta de fezes. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e energia bruta da PCD foram respectivamente 83,75; 70,12; 40,14; 68,98; e 81,48% e os valores digestíveis foram 76,04%; 5,03%; 9,52%; 15,09%; e 3394 kcalED/kg. No experimento de desempenho foram utilizados 120 coelhos, dos 32 aos 70 dias de idade, distribuídos num delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos, em que a PCD substituiu 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% a energia digestível do milho das dietas. Foi observada redução linear para o consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e peso vivo aos 50 e 70 dias (PV50, PV70) com o aumento gradativo no uso de PCD. Efeitos quadráticos sobre a conversão alimentar (CA) e custo de ração (Custo) dos 32 aos 50; e 32 aos 70 dias de idade resultaram em melhores valores com 42,74 e 43,33; e 44,40 e 45,30% de PCD, respectivamente. Níveis de 20% de PCD não resultaram em efeito deletério significativo para CRD, GPD, PV50 e PV70 comparados à ração testemunha, enquanto para a CA e Custo, apenas o uso de 100% de PCD apresentou esse prejuízo. Incrementos no uso de PCD reduziram linearmente os pesos e rendimentos de carcaça. Conclui-se que a PCD pode substituir a energia do milho em até 20% nas dietas de coelhos em crescimento.

Palavras-chave: Carcaça, desempenho, digestibilidade, fibra digestível, pectina

¹Universidade Estadual de Maringá

*Autor correspondente, e-mail: brunogiovany@yahoo.com.br

III – Dehydrated citrus pulp in the growing rabbit feeding

ABSTRACT: Experiments were carried out with the objective of determining the nutritive value of the dehydrated citrus pulp (DCP) and to evaluate its usage in replacement of corn for rabbits. For digestibility, 30 rabbits were used, distributed in a completely randomized design, with two treatments, in which one was a reference diet and another with 20% of corn energy of the reference diet was replaced with DCP. The assay lasted 14 days, which had a period of 10 days for adaptation and another four days for feces collection. The digestibility coefficient of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and crude energy of DCP were, respectively, 83.75; 70.12; 40.14; 68.98; and 81.48% and the digestible values were 76.04; 5.03; 9.52; 15.09%; and 3394 kcalED/kg. For performance, 120 rabbits were used, from 32 to 70 days old, in a completely randomized block design with six treatments, in which the DCP replaced 0, 20, 40, 60, 80 and 100% the corn's digestible energy (DE) of diets. It was noticed a linear reduction of the daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG) and live weight at 50 and 70 days (LW50, LW70) with gradual increase in DCP usage. Quadratic effects on the feed conversion (FC) and the cost of ration (Cost) from 32 to 50; and 32 to 70 days old, resulted in better values with 42.74 and 43.33; and 44.40 and 45.30% of DCP, respectively. Levels of replacement of 20% of DCP did not result in significant deleterious effect on DFI, DWG, LW50, LW70 compared to the control diet, while on FC, and Cost, only the usage of 100% of DCP presented that loss. Increases in the DCP usage linearly reduced the weight and carcass yielding. It is possible to conclude that the DCP may replace until 20% of the corn's energy in the rabbit's diet.

Key Words: Carcass, digestibility, digestible fiber, pectin, performance

Introdução

As particularidades do trato gastrointestinal dos coelhos, com ceco volumoso e presença da cecotrofia, permitem formulações de dietas com significativas inclusões de matérias-primas com elevados níveis de carboidratos estruturais (Gidenne, 1997). O ceco funcional eleva a digestibilidade das dietas pela produção e absorção de ácidos graxos voláteis (AGV) que, somado ao hábito da cecotrofia, disponibiliza energia, aminoácidos essenciais e vitaminas indispensáveis para o desenvolvimento dos coelhos.

Bellier (1994) citado por Lebas et al. (1998) enfatiza que níveis de AGV totais, Butirato, e amônia em torno de 58,0; 5,0; e 5,6 mmol/L, respectivamente, 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 desestruturar este padrão. Neste período, dietas que sobretaxem a carga de amido capaz de ser digerida no intestino delgado ocasionam maiores entradas deste carboidrato no ceco, levando a uma superfermentação, resultando em problemas digestivos como enterites e diarreias que deprimem o estado sanitário dos animais.

O fornecimento de fibra dietética é de fundamental importância, responsável por um efeito lastro da digesta, o que evita maiores entradas de material facilmente digestível no ceco. Elevados níveis de fibra, contudo, podem diluir a energia da dieta e elevar em demasia a taxa de passagem, o que levaria a uma redução no aproveitamento de nutrientes, resultando em piora na conversão alimentar (CA) e ganho de peso diário (GPD) (Gidenne, 2000).

A fibra digestível, encontrada em alimentos como a polpa cítrica desidratada, com elevados níveis de pectina e reduzida lignificação da fibra, é bem aproveitada na forma de energia pelos coelhos e poderia minimizar os efeitos causados por fontes amiláceas como o milho, com o benefício de apresentarem também na sua composição pequenas quantidades de fibra indigestível, aliando assim, valor nutritivo a efeito lastro.

O Brasil é o maior produtor de cítricos e maior exportador mundial 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 resulta em resíduo, denominado polpa cítrica, o que torna evidente o potencial de utilização deste subproduto na alimentação animal.

O estudo teve como objetivos, determinar o valor nutritivo da polpa cítrica desidratada por meio de ensaio de digestibilidade e avaliar sua inclusão a níveis crescentes em substituição a energia digestível do milho sobre o desempenho de coelhos da desmama ao abate.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, campus da Universidade Estadual de Maringá, sendo o ensaio de digestibilidade realizado no período de agosto de 2006 e o de desempenho de maio a julho de 2007.

As médias das temperaturas mínima e máxima registradas durante o ensaio de digestibilidade foram, respectivamente, 21 e 28^oC; enquanto para o experimento de desempenho foram, respectivamente 16 e 23^oC.

Para o 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 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 nas cidades de Catanduvas e Matão, no interior de São Paulo, estando seus pomares produtivos localizados no chamado 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 à base de milho, farelo de trigo, farelo de soja, feno de alfafa, feno de tifton 85 e suplementada com minerais e vitaminas (Tabela 1). Para constituição da ração teste utilizou-se, com base na matéria seca, 80% da ração referência e 20% do alimento objeto de avaliação.

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

Tabela 1 – Composição percentual e química da ração referência

Ingredientes	Ração referência
Milho	25,70
Farelo de soja	14,74
Farelo de trigo	24,00
Feno de alfafa	16,70
Feno de tifton 85	16,60
Sal comum	0,40
Calcário	0,70
Fosfato bicálcico	0,50
DL-Metionina 99	0,10
Mist. Vit+Min ¹	0,50
Cycostat® ²	0,06
Total	100,00
Composição analisada com base na matéria natural	
Matéria seca (%)	91,18
Proteína bruta (%)	17,32
FDN (%) ³	37,32
FDA (%) ⁴	18,76
Cálcio (%)	0,75
Fósforo Total (%)	0,50
Energia digestível (kcal/kg) ⁵	2700

¹Nuvital, composição por kg do produto: Vit A, 600.000 UI; Vit D, 100.000 UI; Vit E, 8.000mg; Vit K3, 200mg; Vit B1, 400mg; Vit B2, 600mg; Vit B6, 200mg; Vit B12, 2.000mcg; Ac. Pantotênico, 2.000mg; Colina, 70.000mg; Ferro, 8.000mg; Cobre, 1.200mg; Cobalto, 200mg; Manganês, 8.600mg; Zinco, 12.000mg; Iodo, 64mg; Selênio, 16mg; Metionina, 120.000mg; Antioxidante, 20.000 mg.

²Princípio ativo à base de robenidina (6,6%).

³Fibra em detergente neutro

⁴Fibra em detergente ácido

⁵Valores calculados com base em valores tabelados (Rostagno 2005)

O experimento teve duração de 14 dias, sendo 10 dias para adaptação às gaiolas e às rações e quatro dias para coleta de fezes, seguindo o método de padronização para experimento de digestibilidade *in vivo* (EGRAN, 1999).

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 a temperatura de -10°C.

Posteriormente, as fezes de cada animal foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 horas. Em seguida, após homogeneizadas, uma parte da amostra ($\pm 50\%$) foi moída em moinho com peneira 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 de acordo com Silva & Queiroz (2002).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da matéria seca, da proteína bruta, da energia bruta, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido 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 coeficiente de digestibilidade sobre a composição química do alimento avaliado.

As médias das temperaturas mínima e máxima registradas durante o ensaio de digestibilidade foram, respectivamente, 21 e 28°C.

Para o 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 com cobertura de telha francesa, piso de alvenaria, pé-direito de 3,0 metros, paredes laterais de 50 cm e o restante em tela e cortina de plástico para controle de ventos.

Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos e 10 repetições por tratamento, com dois animais por unidade experimental.

Os tratamentos consistiram de uma ração testemunha formulada à base de milho, farelo de trigo, farelo de soja, feno de alfafa, feno de tifton 85 e suplementada com minerais e vitaminas, 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 a energia digestível do milho, considerando-se os dados de energia digestível da PCD obtidos no experimento de digestibilidade (Tabela 2). As rações foram peletizadas a seco e o seu fornecimento e o de água foram à vontade.

Os animais foram pesados no início do experimento aos 32 dias de idade, aos 50 dias e no final do experimento aos 70 dias de idade.

As características de desempenho avaliadas foram, o peso vivo aos 50 e aos 70 dias de idade (PV50, PV70) e o 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.

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão da polpa cítrica nas rações, foi determinado o custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho na fase de 32 a 50 e 32 a 70 dias de idade (Y_i) conforme Bellaver et al. (1985).

$$Y_i = \frac{Q_i * P_i}{G_i}$$

onde:

Q_i = quantidade média de ração consumida na i ésimo tratamento;

P_i = peso médio/kg da ração utilizada no i ésimo tratamento;

G_i = ganho médio de peso do i ésimo tratamento.

Tabela 2 - Composição percentual e química das rações experimentais para avaliação da polpa cítrica desidratada (PCD) para coelhos da desmama ao abate e custo final de cada ração.

Ingredientes (%)	Ração testemunha	Níveis de substituição da ED do milho por Polpa Cítrica				
		20%	40%	60%	80%	100%
PCD	0,00	5,60	11,20	16,80	22,40	28,00
Milho	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00
Farelo de soja	12,00	12,10	12,20	12,30	12,40	12,50
Farelo de trigo	22,88	23,15	23,36	23,58	23,79	24,00
Feno de alfafa	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Feno de Tifton 85	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
Calcário	1,00	0,82	0,64	0,46	0,28	0,10
Fosfato bicálcico	0,80	0,74	0,68	0,62	0,56	0,50
DL-metionina	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18
L-lisina HCl-78%	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Mist. vit+min ¹	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
Bacitracina de Zn	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Total	100	100	100	100	100	100
Composição analisada com base na matéria natural						
Matéria seca (%)	91,23	91,12	90,66	91,32	90,89	91,45
Proteína bruta (%)	17,72	17,18	17,36	17,43	18,46	17,59
FDN (%)	38,89	39,30	39,83	40,26	40,75	41,08
FDA (%)	19,58	21,02	21,63	22,02	22,94	23,94
Cálcio (%)*	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Fósforo total (%)*	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Lisina (%)*	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
ED (kcal/kg) ³ *	2555	2555	2555	2555	2555	2555
Custo (R\$)/kg ração	0,495	0,492	0,488	0,484	0,480	0,477

¹Nuvital, composição por kg do produto: Vit A, 600.000 UI; Vit D, 100.000 UI; Vit E, 8.000mg; Vit K3, 200mg; Vit B1, 400mg; Vit B2, 600mg; Vit B6, 200mg; Vit B12, 2.000mcg; Ac. Pantotênico, 2.000mg; Colina, 70.000mg; Ferro, 8.000mg; Cobre, 1.200mg; Cobalto, 200mg; Manganês, 8.600mg; Zinco, 12.000mg; Iodo, 64mg; Selênio, 16mg; Metionina, 120.000mg; Antioxidante, 20.000 mg.

²Princípio ativo à base de robenidina (6,6%).

³Energia digestível

*Valores calculados com base em valores tabelados (Rostagno,2005)

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos das rações foram obtidos daqueles utilizados correntemente na Fazenda Experimental de Iguatemi no mês de agosto de 2007, sendo: R\$0,36/kg milho, R\$0,29/kg polpa cítrica desidratada, R\$0,58/kg farelo de soja, R\$0,32/kg farelo de trigo, R\$0,55/kg feno de alfafa,

R\$0,45/kg feno de tifton 85, R\$0,30/kg sal comum, R\$0,14/kg calcário, R\$1,23/kg fosfato bicálcico, R\$10,30/kg DL-Metionina, R\$7,10/kg L-Lisina, R\$6,10/kg Mist. Vit+Min, R\$11,31/kg Cycostat® e R\$5,28/kg Bacitracina de Zn.

O abate foi realizado sem período de jejum, por corte da jugular após atordoamento. Em seguida, 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 pesos e rendimentos de cortes comerciais, respectivamente representados por membros anteriores (ANT, RANT), membros posteriores (POS, RPOS), lombo (LOM, RLOM), região tóraco-cervical (RTC, RRTC) e cabeça (CAB, RCAB). Também foram obtidos, os pesos individuais de fígado, rins e coração.

Diariamente durante o período experimental foram registradas as temperaturas máxima e mínima.

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – UFV (1997) e o modelo estatístico abaixo descrito.

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

onde,

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

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_i = 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 testemunha foram comparadas àquelas obtidas com cada uma das rações contendo diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica desidratada, por meio do Teste de Dunnet ($P < 0,05$).

As médias das temperaturas mínima e máxima registradas durante o ensaio de digestibilidade foram, respectivamente, 16 e 23°C.

Resultados e Discussão

A composição química e os coeficientes de digestibilidade da polpa cítrica desidratada, bem como os coeficientes de digestibilidade das rações referência e teste estão apresentados na Tabela 3.

A inclusão de polpa cítrica desidratada melhorou os coeficientes de digestibilidade aparente 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 uma redução da ordem de 2,13% no aproveitamento da proteína.

A PCD é correntemente associada a melhora nos coeficientes de digestibilidade das rações, com exceção da proteína, quando a mesma é usada em substituição parcial de dietas completas (Martinez & Fernandez, 1980; De Blas & Villamide, 1990; Herrera, 2000; Pereira, 2003).

Herrera (2000) sugere que um nível de substituição de 19% a 20% de uma dieta completa por PCD, como a utilizada no presente estudo, favorece a digestibilidade dos nutrientes e da energia da dieta, além de estimular um maior consumo.

Tabela 3 - Composição química da PCD e coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) das rações referência, teste e da polpa cítrica desidratada.

Nutrientes	Composição Química da PCD	CDa (%)		
		Ração referência	Ração teste	Polpa cítrica desidratada
MS	90,79%	61,61	66,01	83,75
PB	6,55%	78,54	76,87	70,12
FDN	23,72%	21,74	23,40	40,14
FDA	21,88%	14,50	26,59	68,98
EB	4165 kcal/kg	62,54	66,30	81,48

A alta capacidade dos coelhos em aproveitar a fibra digestível dos alimentos é mencionada por Gidenne (1997) que, em revisão, resgata estudos sobre a digestão cecocólica em coelhos, sendo essa caracterizada por uma alta atividade pectinolítica, seguida

por xilanolítica e celulolítica, o que corresponderia ao nível de fermentabilidade das frações fibrosas, encontradas também nos cecotrofos.

Os coeficientes de digestibilidade encontrados para polpa cítrica desidratada (Tabela 3) ficaram próximos dos obtidos por Pereira (2003) de 84,79; 41,49; 60,17 e 84,26% para MS, FDN, FDA e EB respectivamente; Com exceção da PB que tendeu a zero, Estes dados foram obtidos pelo método de substituição da dieta completa por PCD em quatro níveis (0%, 8%, 16%, 24%, 32%) e extrapolação a 100%.

De Blas & Villamide (1990), trabalhando com duas dietas basais para coelhos, a primeira com baixa concentração de energia (2390 kcal/kg MS) e altos níveis de fibra e a segunda inversa a primeira (2939,7 kcal/kg 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. Como pode ser observado, a dieta basal interferiu de maneira significativa sobre a digestibilidade da polpa cítrica desidratada. Segundo os autores, há uma superestimação dos valores nutritivos da polpa cítrica com o uso de dietas referências com alta concentração energética. Portanto, os índices de digestibilidade dos nutrientes da polpa podem não expressar o real valor nutritivo desta matéria-prima, mas sim serem o resultado do efeito que a fibra da polpa provoca sobre a motilidade e taxa de passagem do trato digestório, elevando a digestibilidade de todos os componentes da dieta em consequência do aumento no tempo de retenção. Em acordo com o exposto, Villamide et al. (1998) relatam que a utilização de polpas de beterraba ou cítrica desidratada em ensaios de digestibilidade pode superestimar os nutrientes digestíveis da ração teste, devido ao efeito negativo que essa exerce sobre a velocidade na taxa de passagem.

Segundo Carabaño & Fraga (1992) a dificuldade de esvaziamento gástrico, o que ocasiona aumento no conteúdo do estômago e ceco e redução na taxa de passagem, está relacionada a maior capacidade de retenção de água das polpas, característica suportada por Arruda et al. (2003) que afirmam serem as substâncias pécticas, entre os polissacarídeos da parede celular vegetal, as que tem 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 de polpas ocasionou aumento nos pesos de estômago e ceco, levando os pesquisadores a acreditar que este foi o motivo das mais altas digestibilidades para fibra

bruta encontradas com o uso de PCD, também relacionadas a uma menor taxa de recuperação cecal da digesta.

Em estudo complementar Perez de Ayala et al. (1991) atribuem às polpas um maior tempo de retenção, não devendo as mesmas ser utilizadas como fontes fibrosas na alimentação. A adição de polpas em dietas de coelhos exige atenção, uma vez que as mesmas interferem negativamente sobre a capacidade de efeito lastro da digesta, com o aumento dos riscos de distúrbios digestivos como pode ser verificado pela equação a seguir (Perez de Ayala et al., 1991).

$$\text{FBI (\%MS)} = -0,036 + 0,82 \text{ FB(\%MS)} - 0,071 \times \text{Po}$$

em que FBI = Fibra Bruta Indigestível; $n = 77$; $R^2 = 0,86$; $P < 0,001$; e onde Po = a proporção de polpa de citros ou beterraba na dieta (Perez de Ayala et al., 1991).

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 particularmente afetada, determinando, dessa forma, a mais alta digestibilidade para fibra, como encontrada 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.

De acordo com Arruda et al. (2003) a fração de FDA em volumosos que possuem menor lignificação da parede celular, como as polpas cítricas desidratada e de beterraba podem alcançar valores de digestibilidade de até 70%, número próximo ao obtido neste estudo.

A PCD exibiu alto valor nutritivo, apresentando-se como alimento essencialmente energético de baixa concentração proteica. Os valores de nutrientes e da energia digestíveis da PCD estão apresentados na Tabela 4.

Em relação a ED da polpa cítrica desidratada, Pereira (2003) encontrou valor de 3579 kcalED/kg MS, número próximo ao aferido no presente trabalho. Em contrapartida, Martinez & Fernandez (1980) obtiveram valor superior de 3800 kcalED/kg MS. Por fim, De Blas & Villamide (1990) mensuraram a ED da PCD em 2701 e 3131 kcal/kg MS, com inclusão da polpa em substituição a 30% de duas dietas referências com diferentes níveis energéticos, correspondentes, respectivamente, a ED de 2390 e 2939 kcal/kg MS. Segundo os autores, a PCD é tão digestível quanto cereais energéticos.

Em estudos com polpa de beterraba, alimento que pode ser associado a PCD, Garcia et al. (1993) relatam que em experimentos de avaliação nutricional, seu conteúdo de energia deveria ser designado como energia líquida, já que quando não são consideradas perdas por calor, produção de metano e urina, mecanismos inerentes aos processos digestivos da fibra, ocorre uma superestimação dos valores de energia efetivamente aproveitada pelos animais. Além disso, os autores afirmam haver associação entre maior tempo de retenção da digesta conforme o aumento no conteúdo de ED provocado pela adição de polpa de beterraba em substituição a cevada.

Tabela 4 – Teores digestíveis da polpa cítrica desidratada com base na matéria seca.

Alimento	MSD (%) ¹	PD (%) ²	FDND (%) ³	FDAD (%) ⁴	ED (kcal/kg) ⁵
Polpa cítrica	76,04	5,03	9,52	15,09	3393,58

¹Matéria seca digestível; ²Proteína digestível; ³FDN digestível; ⁴FDA digestível; ⁵Energia digestível

De Blas & Carabaño (1996) enfatizam que utilizar o valor energético da polpa de beterraba baseado na ED só é viável quando seus níveis de inclusão são menores ou iguais a 15%, devido aos fatores já relacionados acima. Adicionalmente, admitem que os carboidratos oriundos de cereais energéticos, como a glicose do amido, seriam mais eficientemente aproveitados pelos coelhos.

Em contraste com o obtido no presente trabalho, Martinez & Fernandez (1980) sugerem que a qualidade da proteína da PCD é extremamente baixa, hipótese suportada pela composição de aminoácidos e os baixos valores de digestibilidade de Nitrogênio (N) da polpa pura encontrados. Pereira (2003) apresenta resultados semelhantes em relação à proteína, indicando que, embora presente em níveis próximos a 6% na PCD, seu valor nutritivo corresponderia a 0%, sendo indigestível pelos coelhos.

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 5.

Para o período dos 32 aos 50 dias de idade, o aumento nos níveis de inclusão da polpa cítrica desidratada prejudicaram linearmente ($P < 0,01$) o consumo de ração diário e ganho de peso diário, resultados que levaram a uma redução também linear ($P < 0,01$) sobre o peso vivo aos 50 dias. A conversão alimentar, bem como o custo de ração/kg de peso vivo ganho apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,01$) com os melhores valores encontrados respectivamente nos níveis de 42,74 e 43,33% de substituição da

energia digestível do milho pela PCD, valores representados pelos pontos de mínima obtidos na curva de regressão.

Tabela 5 - Médias estimadas de consumo de ração diário (CRD), ganho de peso vivo diário (GPD), peso vivo aos 50 e 70 dias de idade (PV50 e PV70), conversão alimentar (CA) e custo de ração/kg de peso vivo ganho (Custo) para coelhos dos 32 aos 70 dias de idade.

Característica	Ração testemunha	Níveis de substituição da ED do milho com 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
Custo(R\$/kg) ⁵	1,39	1,56	1,42	1,58	1,78	2,95*	1,78	35,87
Período 32-70 dias de idade								
CRD (g) ⁶	131	124	110*	102*	97*	92*	109	11,09
GPD (g) ⁷	38,5	34,5	31,6*	28,3*	25,2*	17,4*	29,3	16,04
CA ⁸	3,41	3,61	3,5	3,61	3,85	5,87*	3,98	21,62
Custo(R\$/kg) ⁹	1,69	1,77	1,71	1,74	1,85	2,80*	1,93	19,95

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 = 1,483976 + 0,01570569(x-60) + 0,0004710961(x-60)² (r² = 0,95); ⁶Y = 104,8442 - 0,39568(x-60) (r² = 0,95); ⁷Y = 27,41637 - 0,201320(x-60) (r² = 0,95); ⁸Y = 3,467045 + 0,02418(x-60) + 0,000775(x-60)² (r² = 0,92); ⁹Y = 1,678993 + 0,010865(x-60) + 0,0003695257(x-60)² (r² = 0,92).

*Difere da ração testemunha pelo Teste de Dunnet (P<0,05).

Aplicando o teste de Dunnet, o nível de 20% de substituição da ED do milho pela PCD não alterou de maneira significativa qualquer característica avaliada em relação à ração testemunha 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 testemunha. Para a CA e o Custo apenas a dieta com substituição total da ED do milho apresentou resultados piores (P<0,05) em relação a ração testemunha.

Considerando o período total do experimento, de 32 aos 70 dias de idade, observa-se uma redução linear (P<0,01) sobre o consumo de ração diário e ganho de peso diário pelo aumento no uso dos níveis de PCD, resultando numa queda da ordem de 32 e 17,1 g/dia, entre os níveis extremos, respectivamente; o que resultou em uma diferença de 804g no peso vivo aos 70 dias de idade, entre os animais alimentados com 20% e aqueles com a substituição total da ED do milho pela PCD.

A conversão alimentar e o Custo da ração/kg de ganho de peso no período de 32 a 70 dias de idade apresentaram efeito quadrático (P>0,01), sendo os melhores valores

obtidos, respectivamente, com a substituição de 44,4% e 45,30% 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 e GPD dos 32 aos 70 dias de idade em relação à ração testemunha. Para os demais níveis de substituição da ED do milho pela PCD, os animais apresentaram valores mais baixos ($P<0,05$) de CRD, GPD em relação aos alimentados com a ração testemunha. Para a CA e o Custo apenas a dieta com substituição total da ED do milho apresentou resultados piores ($P<0,05$) em relação à ração testemunha.

Similarmente a este experimento Medeiros et al. (2000) avaliaram o desempenho de coelhos alimentados com diferentes níveis de polpa cítrica desidratada, observando efeitos deletérios sobre o desempenho já com níveis de 8% de substituição ao milho. A piora no consumo de ração e ganho de peso foram, contudo, mais acentuados com a substituição total do milho pela PCD.

Martinez & Fernandez (1980) utilizaram vários níveis de PCD (0%, 15%, 30%, 45%, 60%, 75%) em substituição ao milho, cevada, farelo de trigo e feno alfafa, além de um último tratamento com fornecimento do subproduto puro para coelhos Nova Zelândia Branco em crescimento. Assim como no presente trabalho foi verificado que o incremento de PCD às dietas levou a uma redução no consumo de ração diário e ganho de peso diário, atrasando a idade de abate de 71 (0% PCD) para até 97 dias (75% PCD). Apesar das diferenças serem significativas, os autores afirmam que o uso de 0% a 45% de PCD expressaram variações dentro dos limites normais para o desempenho de coelhos.

Arrington & Ammerman (1965) citados por Martinez e Fernandez (1980) observaram que coelhos alimentados com 30% a 45% de PCD tiveram a performance significativamente prejudicada, além de serem afetados por uma leve, porém persistente diarreia. O uso de polpa cítrica desidratada pura não foi indicado devido ao reduzido consumo observado.

Em revisão, Carabaño & Fraga (1992) afirmam que a polpa cítrica desidratada é uma fonte extremamente palatável, mas a inclusão de altos níveis deste subproduto em dietas de coelhos promove uma redução no consumo, sendo relacionada ao efeito da PCD sobre a taxa de passagem e sobre os pesos e conteúdo de estômago e ceco. Citados por Carabaño & Fraga (1992) os experimentos de Martinez & Fernandez (1980), Leto et al. (1984) e Perez de Ayala (1989) permitiram aos autores concluir que seria indicado

um nível máximo de utilização de polpa de limão ou laranja em torno de 10% a 15% em dietas práticas para coelhos.

Em associação a PCD, 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 ganho de peso diário, o período de engorda e a conversão alimentar em aproximadamente 25% entre as dietas extremas. Além disso, foi observado também uma 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, portanto, pode ser resultado da mais baixa lignificação da fibra e altos níveis de pectina, já que, embora com altos níveis de FDN e FDA, estas frações apresentam-se 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). Corroborando esta hipótese Perez et al. (2000) e Gidenne & Perez (2000) estudaram a substituição de amido (cevada e trigo) por fibra digestível (polpa de beterraba e farelo de trigo) 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 pela utilização de fibra digestível. Contudo, para tal estudo foram mantidos os níveis de FDA, sem maiores variações nos níveis de lignocelulose (FDA = 18%), controlados pela inclusão ou não de feno de alfafa e palha quando necessários. Gidenne & 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 & 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 o bom estado sanitário, reduzem a taxa de mortalidade e não alteraram o crescimento normal dos animais.

Gidenne & Bellier (2000) afirmam que a incorporação de parede celular digestível em substituição a carboidratos disponíveis, sem mudanças em fibra indigestível, poderiam ser utilizadas na alimentação de coelhos com bons resultados sobre crescimento e padrões fermentativos, particularmente no período pós-desmama.

Tendo em vista a redução no desempenho dos animais a medida em que aumentou a inclusão de PCD no presente experimento, não deve ser descartada, a ocorrência de contaminação deste produto com Dioxina, um produto altamente deletério oriundo de falhas no processamento do subproduto pelo uso de Cal aquecida, recentemente relatada na Europa e que resultou, inclusive, em embargo sobre a exportação brasileira deste produto (Neves et al., 2008).

Tokarnia et al. (2001) discorrem a respeito de uma possível enfermidade em vacas com quadro clínico caracterizado por febre, dermatite, anemia acentuada e hemorragias que seriam resultados da utilização de quantidades significativas de polpa cítrica desidratada na alimentação. Estes autores tentaram reproduzir as enfermidades em ovinos e coelhos pelo uso de PCD, a mesma anteriormente associada a causa de doenças em bovinos e cães. Contudo, não foi observada qualquer sintomatologia patológica esperada sobre as referidas classes animal. 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, possivelmente, por contaminação do alimento.

A redução no peso vivo final aos 70 dias observado com o aumento nos níveis de inclusão de PCD levaram a uma conseqüente redução linear ($P < 0,01$) dos pesos de carcaça, de membros anteriores, de membros posteriores, de lombo, de região tóraco-cervical e de cabeça (Tabela 6). Para as vísceras comestíveis (Tabela 6) pode-se observar que o incremento no uso de PCD também reduziu linearmente ($P < 0,01$) o peso dos rins, enquanto que os pesos de coração e fígado foram afetados de forma quadrática ($P < 0,01$), sendo seus mais altos pesos obtidos com o uso de 63,71 e 42,82% de substituição da ED do milho pela PCD, respectivamente.

Aplicando-se o Teste de Dunnet, a exceção do peso de carcaça e dos membros anteriores (ANT) que se apresentaram mais baixos independentes do nível de PCD adicionado às dietas, o nível de 20% de substituição da ED do milho pela PCD proporcionou semelhante ($P > 0,05$) POS, LOM, RTC e CAB em relação à ração testemunha. Para os demais níveis de substituição da ED do milho pela PCD, os animais apresentaram pesos de carcaça e das demais características citadas, mais baixos ($P < 0,05$) em relação aos alimentados com a ração testemunha. O enchimento do trato gastrointestinal pode ser o responsável pela redução observada para peso de carcaça, já no nível de 20% de substituição da ED do milho por PCD. O aumento do peso do

Fígado com a substituição de níveis superiores a 20% da ED do milho pela PCD pode ser um indicativo de toxidade desta matéria-prima, possivelmente pela presença de dioxina. Para os rins e coração apenas as rações com níveis de 80% e 100% de substituição da ED do milho pela PCD proporcionaram pesos mais baixos ($P < 0,05$) em relação aos observados com a ração testemunha.

Tabela 6 - Médias estimadas para pesos de carcaça (PC), membros anteriores (ANT), membros posteriores (POS), lombo (LOM), região tóraco-cervical (RTC), cabeça (CAB) e vísceras comestíveis (fígado (FIG), rins (RINS) e coração (COR)) de coelhos abatidos aos 70 dias de idade de acordo com as rações experimentais.

Característica	Ração testemunha	Níveis de inclusão da polpa cítrica desidratada em substituição ao milho					Média	CV (%)
		20%	40%	60%	80%	100%		
PC (g) ¹	1262	1167*	1071*	996*	925*	766*	1031	10,64
ANT (g) ²	138	127*	117*	110*	103*	88*	114	10,42
POS (g) ³	407	381	354*	331*	308*	259*	340	10,48
LOM (g) ⁴	292	266	239*	221*	206*	157*	230	14,33
RTC (g) ⁵	276	258	236*	214*	197*	162*	224	11,35
CAB(g) ⁶	112	109	102*	99*	94*	85*	100	7,56
FÍG(g) ⁷	86	85	101*	100*	103*	91	94,5	16,64
RINS (g) ⁸	13,7	13,5	13,3	12,6	11,8*	11,3*	12,7	10,85
COR (g) ⁹	5,7	5,2	5,8	5,4	4,8*	4,4*	5,2	16,52

¹Y = 984,5140 - 4,632428 (x-60) ($r^2 = 0,97$); ²Y = 108,9741 - 0,4509363 (x-60) ($r^2 = 0,97$); ³Y = 326,428 - 1,414043(x-60) ($r^2 = 0,97$); ⁴Y = 217,5121 - 1,207444(x-60) ($r^2 = 0,94$); ⁵Y = 213,3753 - 1,137508(x-60) ($r^2 = 0,98$); ⁶Y = 97,68177 - 0,2679166(x-60) ($r^2 = 0,95$); ⁷Y = 103,2145 + 0,06686307(x-60) - 0,00900489(x-60)² ($r^2 = 0,91$); ⁸Y = 12,47139 - 0,02852235(x-60) ($r^2 = 0,97$); ⁹Y = 5,430666 - 0,01350622(x-60) - 0,0003930791(x-60)² ($r^2 = 0,88$).

*Difere da ração testetemunha pelo Teste de Dunnet ($P < 0,05$).

Na Tabela 7, observa-se que os rendimentos de carcaça, de lombo e da região tóraco-cervical reduziram linealmente ($P < 0,01$) a medida em que a ED do milho foi substituída pela PCD, enquanto que o inverso ocorreu com os rendimentos dos membros posteriores e anteriores e a cabeça.

Aplicando-se o Teste de Dunnet, deve-se destacar que o nível de 20% de substituição da ED do milho pela PCD proporcionou semelhante ($P > 0,05$) rendimento de carcaça em relação à ração testemunha. Para os demais níveis de substituição da ED do milho pela PCD, os animais apresentaram rendimento de carcaça mais baixo ($P < 0,05$) em relação aos alimentados com a ração testemunha. Semelhança também foi observada para os rendimentos dos membros anteriores e o lombo, mas até o nível de 80% de substituição da ED do milho. O rendimento dos membros posteriores foi maior ($P < 0,05$) em relação aos animais alimentados com a ração testemunha com níveis de substituição ED do milho acima de 40%, enquanto que para o rendimento da cabeça isto

somente foi observado a partir de 60% de substituição. Finalmente, o rendimento da região toraco-cervical não foi afetado pela inclusão da PCD em substituição a ED do milho.

Tabela 7 - Médias estimadas para rendimento de carcaça (RC), rendimento de membros anteriores (RANT), rendimento de membros posteriores (RPOS), rendimento de lombo (RLOM), rendimento da região tóraco-cervical (RRTC), e rendimento de cabeça (RCAB) para coelhos abatidos aos 70 dias de idade e alimentados com diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica desidratada nas dietas.

Característica	Ração testemunha	Níveis de inclusão da polpa cítrica desidratada em substituição ao milho					Média	CV (%)
		20%	40%	60%	80%	100%		
RC (%) ¹	53,13	52,76	50,98*	50,31*	49,72*	48,51*	50,90	3,81
RANT (%) ²	10,93	10,89	10,94	11,07	11,19	11,47*	11,08	3,57
RPOS (%) ³	32,24	32,71	33,03*	33,26*	33,27*	33,93*	33,07	2,33
RLOM (%) ⁴	23,13	22,70	22,24	22,11	22,20	20,24*	22,10	8,48
RRTC (%) ⁵	21,84	22,08	22,02	21,52	21,34	21,12	21,65	4,11
RCAB (%) ⁶	8,85	9,36	9,51	10,08*	10,31*	11,29*	9,90	8,96

¹Y = 50,15314 - 0,04879379(X-60) (r² = 0,95); ²Y = 11,11275 + 0,006840524(X-60) (r² = 0,92); ³Y = 33,24029 + 0,01291184(x-60) (r² = 0,89); ⁴Y = 21,89483 - 0,02238081(x-60) (r² = 0,63); ⁵Y = 21,61592 - 0,01310398(x-60) (r² = 0,95); ⁶Y = 10,11244 + 0,02231089(x-60) (r² = 0,92).

*Difere da ração testetemunha pelo Teste de Dunnet (P<0,05).

Como já foi discutido anteriormente, o aumento nos níveis de inclusão de PCD, possivelmente podem ter levado a um incremento nos conteúdos de estômago e ceco, o que fatalmente interferiria nos resultados de rendimentos de carcaça. Portanto, um possível aumento de peso vivo pode não resultar em maiores ganhos de proteína corporal resultando em piores valores de rendimentos de carcaça como os observados aqui. Diversos autores associam um incremento no uso de fibra digestível a uma 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 (Martinez & Fernandez, 1980; Perez de Ayala et al., 1991; Garcia et al., 1993; Gidenne et al., 2001; De Blas & Carabaño, 1996). Cobos et al. (1995) também observaram uma 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 2,0 kg de peso vivo, Em contrapartida essa diferença não foi encontrada para animais abatidos com aproximadamente 2,5 kg de peso vivo.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos no presente experimento a polpa cítrica desidratada apresentou bons valores nutritivos, 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 utilizada com inclusão de, no máximo, 20% em relação à energia digestível do milho. Mais experimentos devem ser conduzidos, entretanto, no sentido de avaliar possíveis problemas relacionados a substâncias tóxicas e outros componentes contaminantes que possam prejudicar o desempenho dos animais.

Considerações finais

Mais experimentos deveriam ser conduzidos no sentido de avaliar possíveis problemas relacionados a substâncias tóxicas e outros componentes contaminantes, intrínsecos à polpa cítrica desidratada, que possam prejudicar o desempenho dos coelhos. Além disso, trabalhar com diferentes níveis de inclusão, de 0% a até 25% de PCD em substituição ao milho parece ser de grande valia, no intuito de se encontrar o valor ótimo de inclusão, o que, de acordo com o atual experimento, parece estar dentro deste intervalo.

Literatura Citada

- 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.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- CARABAÑO, R.; FRAGA, M.J. The use of local feeds for rabbits. **Options Méditerranéennes – Série Séminaires**, n.17, p.141-158, 1992.
- CITROVITA – Disponível em: <http://www.citrovita.com.br> Acesso em: 20/02/2008.
- COBOS, A.; LORENZO, H.; MARIA, J. et al. 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 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, C.; VILLAMIDE. Nutritive value of beet and citrus pulp for rabbits. **Animal Feed Science and Technology**, v.31, n.3-4, p.239-246, 1990.
- EUROPEAN GROUP ON RABBIT NUTRITION - EGRAN. Harmonization in rabbit nutrition research: recommendations to analyse some basic chemical components of feeds and faeces. In: Workshop of EGRAM, 1999, Madrid. **Proceedings...** Madrid: 1999. 10p.
- FRAGA, M.J.; PEREZ DE AYALA P.; CARABAÑO R. et al. 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.; 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.
- 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.; 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.; 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.

- HERRERA, A.P.N. **Avaliação nutricional de dietas com polpa cítrica seca para coelhos em crescimento**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária - UFMG, 2000. 36p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária - UFMG, 2000.
- 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.
- 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. et al. Nutrition and pathology. In: De Blas, C.; Wiseman, J. (Ed.) **The nutrition of the rabbit**. 1.ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1998. p.197-213.
- 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, 11p.
- MEDEIROS A.N., CARREGAL R.D., GUEDES R.M.M. et al. 2000. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com diferentes níveis de polpa cítrica. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, Viçosa, 2000, 502-502.
- NEVES, E.M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D.S. et al. Citricultura brasileira: efeitos econômico-financeiros 1996-2000. In: ABECITRUS – Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br>> Acesso em: 20/02/2008.
- PARRÉ, J.L.; MEDEIROS, N.H. **Economia paranaense contemporânea: estrutura e desempenho**. 1.ed. Maringá: PME/UEM, 2006. v.1. 482 p.
- PEREIRA, R.A.N.; **Estratégias de avaliação nutricional da polpa cítrica seca para coelhos em crescimento**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 110p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2003.
- PEREZ, J.M.; GIDENNE, T.; BOUVAREL, I. et al. 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.
- PEREZ DE AYALA, P.; FRAGA, M.J.; CARABAÑO, R. et al. Effect of fiber source on diet digestibility and growth in fattening rabbits. **Journal Applied Rabbit Research**, v.14, n.1, p.159-165, 1991.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2005. 141p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2002. 235 p.
- Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG) **Manual de Utilização do Programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG: UFV, 1997, 59p.
- TOKARNIA, C.H.; PEIXOTO, P.V.; CUNHA, B.R.M. Experimentos com polpa cítrica em ovinos e coelhos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.21, n.4, p.172-176, 2001.
- VILAMIDE, M.J.; MAERTENS, C.; de Blas, C. et al. Feed evaluation. In: De Blas, C.; Wiseman, J. (Ed.) **The nutrition of the rabbit**. 1.ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1998. p.89-101.