

## Digestibilidade e Atividade Enzimática Intestinal de Coelho em Crescimento Alimentados com Diferentes Fontes de Amido Processadas ou não por Extrusão<sup>1</sup>

Luciana Kazue Otutumi<sup>2</sup>, Antonio Claudio Furlan<sup>3</sup>, Cláudio Scapinello<sup>3</sup>, Elias Nunes Martins<sup>3</sup>, Rosane Marina Peralta<sup>4</sup>, Dione Lopes de Souza<sup>5</sup>, Mauricio L. R. Santolim<sup>5</sup>

**RESUMO** - Foram conduzidos dois experimentos para avaliar a digestibilidade do amido e a atividade específica das enzimas amilase (ATAM) e maltase (ATMAL), em duas porções do intestino delgado (jejuno e íleo), em coelhos com idades iniciais de 28 e 49 dias, alimentados com quatro fontes de amido (milho, sorgo, triticale e mandioca, processados ou não por extrusão). Em cada experimento, foram utilizados 64 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e oito repetições. Ao final do período experimental, os animais foram abatidos para retirada de amostra do conteúdo do jejuno e íleo, além da raspagem da mucosa do jejuno, para determinação da ATAM e ATMAL. O processamento melhorou o coeficiente de digestibilidade (CD) do amido do milho e do sorgo. Entre as fontes não-extrusadas, os maiores CD do amido foram apresentados pelo triticale e pela mandioca. A ATAM da parede do jejuno foi maior aos 60 dias. A ATMAL no conteúdo do jejuno e do íleo foi maior aos 37 dias. As diferentes fontes de amido diferiram entre si quanto à ATMAL e ATAM do conteúdo do jejuno e do íleo. A ATMAL foi maior no jejuno. Maiores ATAM do conteúdo do jejuno ocorreu aos 60 dias para os animais que receberam milho extrusado e sorgo. A ATAM aos 37 dias foi maior no íleo em comparação com o jejuno para os animais que receberam milho e sorgo. O processamento foi efetivo para o milho e sorgo, porém, todas as fontes, processadas ou não, apresentaram bom CD do amido, podendo ser utilizadas na alimentação de coelhos.

Palavras-chave: amilase, maltase, mandioca, milho, sorgo, triticale

## Digestibility and Intestinal Enzymatic Activity of Growing Rabbits Fed Different Sources of Starch Processed or not by Extrusion

**ABSTRACT** - Two experiments were carried out to study the digestibility of starch and the specific activity of amylase (ACAMY) and maltase (ACMAL) enzymes in two portions of small intestine (jejunum and ileum), in rabbits with initial ages of 28 and 49 days, fed with four sources of starch (corn, sorghum, triticale and cassava) processed or not by extrusion. Sixty-four White New Zealand rabbits were used in each experiment, distributed in a completely randomized design with eight treatments and eight replications. At the end of the experimental period, the animals were slaughtered for retreat of sample of jejunum and ileum content, besides of scraping of mucous membrane of jejunum for the determination of ACAMY and ACMAL. The processing improved the digestibility coefficient (DC) of starch of corn and sorghum. Among the sources non-extruded, the higher DC of starch was presented by triticale and cassava. The ACAMY of jejunum wall was higher in the 60 days. The ACMAL in the jejunum and ileum content was higher in the 37 days. The different sources of starch differ one of the other ones with relationship the ACAMY and ACMAL of the jejunum and ileum content. The ACMAL showed to be higher in the jejunum. The ACAMY in the jejunum content was higher in the 60 days to the animals that received extruded corn and sorghum. The ACAMY in the 37 days was higher in the ileum than in the jejunum to the animals that received corn and sorghum. The results allow concluding that the processing was effective to the corn and sorghum, however, all sources, processed or not, showed good DC of the starch, could be used in rabbit feeding.

Key Words: amylase, cassava, corn, maltase, sorghum, triticale

### Introdução

O amido, presente principalmente nos cereais, constitui a principal fonte de energia para os animais monogástricos (Remois et al., 1996). Normalmente, está na forma de grânulos birrefringentes, sendo

formados por dois polímeros de glicose, a amilose e amilopectina, cujo interior do grânulo é composto de regiões cristalinas e amorfas alternadas. A região cristalina ou micelar é composta principalmente por amilopectina, sendo resistente à entrada de água e ao ataque enzimático (Rooney & Pflugfelder, 1986).

<sup>1</sup> Dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM.

<sup>2</sup> Aluna do curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM.

<sup>3</sup> Professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900 (acfurlan@uem.br).

<sup>4</sup> Professora do Departamento de Bioquímica da UEM.

<sup>5</sup> Zootecnistas.

O uso de dietas concentradas, com o intuito de se obter melhorias nas performances produtivas, implica, geralmente, na formulação de rações com altos teores de amido, em detrimento dos componentes fibrosos, o que leva ao aumento na incidência de distúrbios digestivos (Peeters & Charlier, 1984), devido à sobrecarga de amido no ceco, provocando mudanças no padrão de fermentação e desestabilizando a microflora cecal (Cheeke & Patton, 1980; Carabaño et al., 1997).

Além disso, coelhos jovens apresentam um sistema pancreático ainda imaturo, o que explica sua inabilidade em digerir completamente o amido da dieta antes de 6 ou 7 semanas de idade, podendo ser esta a causa original dos distúrbios digestivos (Corring et al., 1972). Segundo Blas & Gidenne (1998), as perdas fecais de amido são muito baixas em coelhos adultos e, então, apresentam alta digestibilidade. Entretanto, em coelhos jovens (38 dias de idade), Blas et al. (1994) verificaram que, quando o nível de amido da dieta aumentava de 16 para 25%, o conteúdo ileal de amido dobrava, enquanto que no conteúdo cecal poderia atingir até o nível de 6%, independentemente do aumento no nível de amido.

Todavia, poucos estudos têm sido feito com o objetivo de verificar as variações da atividade das enzimas amilase e maltase ao longo do trato digestivo, visto ser estas as principais enzimas responsáveis pela digestão do amido.

De acordo com Dojana et al. (1998), a amilase se apresenta ativa no pâncreas aos 15 dias e aumenta durante o crescimento, atingindo nível máximo aos 90 dias de idade, ao passo que a atividade específica da maltase na mucosa duodenal diminuiu, mas aumentou nas mucosas ileal e jejunal durante o crescimento.

Scapinello et al. (1999) observaram que a atividade específica da amilase no jejuno e no íleo aos 32 e 42 dias de idade praticamente duplicou com a idade, porém não diferiu entre os dois segmentos estudados. Já, a atividade específica da maltase não mudou com o avanço da idade, no entanto, foi duas vezes maior no jejuno em relação ao íleo.

Outros fatores, como o nível e a origem do amido da dieta, processamentos tecnológicos e uso de enzimas exógenas (Blas & Gidenne, 1998), influem na disponibilidade do amido.

As perdas fecais de amido variaram notadamente no desmame em função da origem do amido da dieta, sendo que o amido de milho apresentou maiores perdas e o amido oriundo da cevada e do purificado do milho foram completamente degradados (Gidenne & Perez, 1993).

Os processamentos tecnológicos podem trazer transformações físicas benéficas nos grânulos de amido (Colonna & Champ, 1990) e, por conseguinte, aumentar sua digestibilidade.

Grossmann et al. (1988), citados por Moreira (1993), relatam que a extrusão seria um método empregado para obtenção de amidos modificados solúveis em água e com elevada capacidade de retenção de água, em razão da gelatinização e dextrinização que ocorrem durante o processo.

Durante a gelatinização, os grânulos de amido absorvem água, incham, exudam parte da amilose, e tornam-se mais suscetíveis à degradação enzimática, perdendo a birrefringência (Rooney & Pflugfelder, 1986).

Maertens & Luzi (1995) verificaram que a extrusão de dietas ricas em amido melhorou a solubilidade *in vitro* do amido, mas não teve efeito em reduzir as perdas fecais de amido em coelhos de cinco a sete semanas de idade. Por sua vez, Alonso et al. (2000) verificaram que a extrusão acarretou aumento na digestibilidade *in vitro* tanto da proteína quanto do amido em amostras de feijão.

Tendo em vista a importância do amido como fonte energética nas rações de coelhos em crescimento e sua relação com o desenvolvimento de transtornos digestivos, aliado à falta de trabalhos avaliando o efeito do processamento do alimento sobre a digestibilidade do amido, e a atividade das enzimas amilase e maltase, foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar a digestibilidade do amido e a atividade enzimática intestinal em coelhos com idade inicial de 28 e 49 dias, alimentados com quatro fontes de amido (milho, sorgo, triticale e mandioca), processadas ou não por extrusão.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá. Em cada ensaio foram utilizados 64 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, com idade inicial de 28 (experimento 1) e 49 dias de idade (experimento 2), desmamados aos 28 dias de idade, alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro automático, comedouro semi-automático e dispositivo para coleta de fezes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e oito repetições.

As rações utilizadas nos experimentos foram formuladas procurando aproximar das exigências recomendadas por De Blas & Mateos (1998). Quatro fontes de amido (milho, sorgo, triticale e mandioca), processadas ou não por extrusão, constituíram fonte principal e exclusiva de amido e participaram em percentuais variando entre 34,8 e 43,1%, de tal forma a proporcionarem rações consideradas com alto teor de amido (Tabela 1).

Os alimentos foram processados em uma extrusora IMBRA 120 da empresa Imbramaq, com capacidade para 120 kg/hora, com temperatura dentro do canhão ao redor de 115°C e pressão de 1-2 atm.

Durante o período experimental, os animais receberam água à vontade e as rações foram fornecidas uma vez ao dia, sem restrições.

As composições percentuais e químicas das dietas experimentais contendo milho extrusado (T<sub>1</sub>), milho (T<sub>2</sub>), triticale extrusado (T<sub>3</sub>), triticale (T<sub>4</sub>), sorgo extrusado (T<sub>5</sub>), sorgo (T<sub>6</sub>), mandioca extrusada (T<sub>7</sub>) e mandioca (T<sub>8</sub>) encontram-se na Tabela 1.

#### *Ensaio de digestibilidade*

No primeiro experimento (28 aos 37 dias), os coelhos recém desmamados passaram por um período de adaptação, em que os animais passaram a receber as dietas experimentais dos 28 aos 33 dias de idade, a partir do qual teve início o ensaio de digestibilidade total com coleta de fezes até o 37º dia. Antes do desmame os láparos recebiam a mesma ração fornecida para a sua mãe.

No segundo experimento, o procedimento foi o mesmo adotado no primeiro, exceto que a idade inicial foi de 49 dias, estendendo-se até os 60 dias de idade.

Durante os ensaios de digestibilidade, as fezes coletadas diariamente pela manhã foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos e armazenadas em congelador a -18°C. No final do período de coleta, as amostras foram homogeneizadas e reunidas em amostras compostas, por animal, pesadas e colocadas em estufa ventilada a 55°C, por 72 horas, para pré-secagem. Posteriormente, as amostras foram expostas ao ar, para que houvesse equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente, sendo, então, pesadas, moídas e homogeneizadas, retirando-se amostras do material seco para análises.

As análises químicas dos ingredientes, das rações e das fezes foram realizadas de acordo com os métodos descritos por Silva (1990) e as de amido, de acordo com o método enzimático proposto por Poore et al. (1989), adaptado por Pereira & Rossi (1995).

As observações dos experimentos 1 e 2 foram analisadas em conjunto de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + P_j + I_k + FP_{ij} + FI_{ik} + PI_{jk} + e_{ijkl}$$

em que  $Y_{ijkl}$  = coeficientes de digestibilidade total do amido de cada indivíduo  $l$ , recebendo a fonte de amido  $i$ , processamento  $j$ , na idade  $k$ ;  $\mu$  = média geral da característica;  $F_i$  = efeito da fonte de amido  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3$  e  $4$  ( $i_1$  = milho;  $i_2$  = triticale;  $i_3$  = sorgo;  $i_4$  = mandioca);  $P_j$  = efeito do processamento  $j$ , sendo  $j = 1$  e  $2$  ( $j_1$  = extrusado,  $j_2$  = não extrusado);  $I_k$  = efeito da idade  $k$ , sendo  $k = 1$  e  $2$  ( $k_1$  = 28,  $k_2$  = 49);  $FP_{ij}$  = efeito da interação fonte  $i$  e processamento  $j$ ;  $FI_{ik}$  = efeito da interação fonte  $i$  e idade  $k$ ;  $PI_{jk}$  = efeito da interação processamento  $j$  e idade  $k$ ;  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijkl}$ .

Os resultados foram analisados pelo programa SAEG, versão 7.1 (UFV, 1997). Para as variáveis em estudo, os dados foram interpretados por meio de análises de variância, considerando-se significativo  $P < 0,05$ .

#### *Atividade enzimática*

Ao término dos ensaios de digestibilidade, dos 37 aos 38 e dos 60 aos 61 dias, os animais foram abatidos no período da manhã (7h-9h) para a coleta do conteúdo intestinal de duas porções do intestino delgado (jejuno e íleo) e raspagem da parede do jejuno. O método foi o do atordoamento, seguido de sangria pela jugular.

Imediatamente após o abate, foi realizada a laparotomia e a retirada de cerca de 30 cm do íleo terminal, excluindo os últimos 5 cm que se aproximavam da válvula ileocecal, e mais 30 cm do conteúdo após a alça duodenal (início do jejuno), sendo o conteúdo coletado por simples pressão manual e acondicionados em tubos plásticos pré-pesados, mantidos em gelo.

Após a retirada do conteúdo do jejuno, foi coletado material da parede do mesmo segmento. O segmento intestinal foi aberto com o auxílio de uma tesoura e, logo em seguida, lavado com água destilada, por duas vezes consecutivas. Em seguida, foi colocado sobre uma prancheta, dentro de uma bandeja contendo gelo, procedendo-se à raspagem da mucosa com o auxílio de uma régua. O material coletado foi, então, acondicionado em tubos pré-pesados, mantidos em gelo.

Tabela 1 - Composição percentual e química das rações experimentais  
 Table 1 - Percentual and chemical composition of the experimental diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Ração experimental <i>Experimental diet</i>							
	T1 <sup>1</sup>	T2	T3 <sup>1</sup>	T4	T5 <sup>1</sup>	T6	T7 <sup>1</sup>	T8
Milho <i>Corn</i>	39,40	39,40	-	-	-	-	-	-
Sorgo <i>Sorghum</i>	-	-	-	-	41,67	41,67	-	-
Triticale <i>Triticale</i>	-	-	43,10	43,10	-	-	-	-
Mandioca <i>Cassava</i>	-	-	-	-	-	-	34,80	34,80
Casca de arroz <i>Rice peel</i>	5,00	5,00	3,50	3,50	5,60	5,60	4,80	4,80
Feno Tifton <i>Tifton hay</i>	35,92	35,92	37,50	37,50	33,18	33,18	35,06	35,06
Calcário <i>Limestone</i>	0,40	0,40	0,51	0,51	0,40	0,40	-	-
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,90	0,90	0,95	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00
Farinha de vísceras <i>Visceras meal</i>	14,50	14,50	11,50	11,50	14,30	14,30	18,50	18,50
Sal comum <i>Salt</i>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina <i>DL-Methionine</i>	0,09	0,09	0,12	0,12	0,10	0,10	0,11	0,11
L-lisina HCL <i>L-lysine HCL</i>	0,38	0,38	0,41	0,41	0,39	0,39	0,32	0,32
Óleo vegetal <i>Vegetable oil</i>	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	4,00	4,00
Mist. vit.+ min. <sup>2</sup> <i>Premix vit + min.</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT <i>BHT</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óxido crômico <i>Chromic oxide</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição analisada com base na matéria natural <i>Analyzed composition in natural matter basis</i>								
Matéria seca (%) <i>Dry matter</i>	90,88	90,51	90,51	90,53	91,18	90,31	90,75	90,79
Amido (%) <i>Starch</i>	20,48	19,39	22,36	18,74	23,95	21,71	18,60	21,08
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	13,06	13,72	14,01	14,00	12,93	13,13	13,48	13,42
FDN (%) <i>NDF</i>	44,57	47,74	46,96	43,17	41,61	45,64	46,35	43,06
FDA (%) <i>ADF</i>	21,50	22,64	21,71	23,48	21,65	22,61	22,41	22,58
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	1,12	1,07	1,11	1,03	1,07	1,12	1,14	1,13
Fósforo (%) <i>Phosphorus</i>	0,56	0,58	0,43	0,55	0,61	0,50	0,63	0,54

<sup>1</sup> Extrusado; <sup>2</sup> Nuvital, composição por kg do produto: Vit A, 600.000 UI; Vit D, 100.000 UI; Vit E, 8.000 mg; Vit K3, 200 mg; Vit B1, 400 mg; Vit B2, 600 mg; Vit B6, 200 mg; Vit B12, 2.000 mcg; Ac. Pantotênico, 2.000 mg; Colina, 70.000 mg; Ferro, 8.000 mg; Cobre, 1.200 mg; Cobalto, 200 mg; Manganês, 8.600 mg; Zinco, 12.000 mg; Iodo, 64 mg; Selênio, 16 mg; Metionina, 120.000 mg; Antioxidante, 20.000 mg.

<sup>1</sup> Extruded; <sup>2</sup> Vitamin - mineral premix (Nuvital) composition per kg: Vit A, 600,000 UI; Vit D, 100,000 UI; Vit E, 8,000 mg; Vit K3, 200 mg; Vit B1, 400 mg; Vit B2, 600 mg; Vit B6, 200 mg; Vit B12, 2,000 mcg; Panthotenic acid, 2,000 mg; Choline, 70,000 mg; Iron, 8,000 mg; Copper, 1,200 mg; Cobalt, 200 mg; Manganese, 8,600 mg; Zinc, 12,000 mg; Iodine, 64 mg; Selenium, 16 mg; Methionine, 120,000 mg; Sinox, 20,000 mg.

Os conteúdos do jejuno e do íleo e a raspagem da mucosa do jejuno foram, logo em seguida, congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posterior liofilização. O material liofilizado foi, então, utilizado para determinação da atividade das enzimas amilase e maltase.

Dez miligramas da amostra liofilizada foram suspensas em 10 mL de tampão fosfato 0,05 M pH 6,0, para posterior sonicação. O material sonicado foi estocado em congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$  e utilizado como fonte das enzimas a serem analisadas.

Primeiramente, a atividade da amilase foi estimada pela análise dos açúcares redutores liberados durante hidrólise de 0,5% (p/v) de amido em 0,05M de tampão fosfato pH 6,0 a  $37^{\circ}\text{C}$  pelo método do ácido dinitrosalicílico (Miller, 1959).

A atividade da maltase foi estimada quantificando-se a glicose liberada durante hidrólise da maltose 0,5% (p/v) em 0,05 M de tampão fosfato pH 6,0 a  $37^{\circ}\text{C}$ , pelo método da glicose peroxidase oxidase (Bergmeyer & Bernt, 1974).

A glicose liberada foi mensurada com a utilização do *kit* enzimático Glicose PAP Liquiform<sup>®</sup> (Cat. 84-2/500, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil).

As análises dos dados de atividade das enzimas amilase e maltase foram feitas por meio do método de modelos lineares generalizados (Nelder & Wedderburn, 1972), admitindo distribuição gama com função de ligação recíproco, exceto para a variável maltase da parede, para a qual foi admitida a distribuição normal. O modelo empregado na análise foi:

$$h = u + F_i + P_j + I_k + L_l + FP_{ij} + FI_{ik} + FL_{il} + PI_{jk} + PL_{jl} + FPI_{ijk} + FPL_{ijl} + FIL_{ikl} + PIL_{jkl} + FPIL_{ijkl} + e_{ijklm}$$

em que  $h$  = observação relativa a cada indivíduo  $m$ , recebendo a fonte de amido  $i$ , o processamento  $j$ , na idade  $k$ , no local  $l$ ;  $u$  = constante geral;  $F_i$  = efeito da fonte de amido  $i$  ( $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ) sendo  $i_1$ =milho;  $i_2$ =triticale;  $i_3$ =sorgo e  $i_4$ = mandioca;  $P_j$  = efeito do processamento  $j$  ( $j = 1$  e  $2$ ) sendo  $j_1$ =extrusado;  $j_2$ = não extrusado;  $I_k$  = efeito da idade  $k$  ( $k = 1$  e  $2$ ) sendo  $k_1$  = 37 dias;  $k_2$  = 60 dias;  $L_l$  = efeito do local  $l$  ( $l = 1$  e  $2$ ) sendo  $l_1$ =íleo;  $l_2$ =jejuno;  $FP_{ij}$  = efeito da interação fonte  $i$  e processamento  $j$ ;  $FI_{ik}$  = efeito da interação fonte  $i$  e idade  $k$ ;  $FL_{il}$  = efeito da interação fonte  $i$  e local  $l$ ;  $PI_{jk}$  = efeito da interação processamento  $j$  e idade  $k$ ;  $PL_{jl}$  = efeito da interação processamento  $j$  e local  $l$ ;  $FPI_{ijk}$  = efeito da interação fonte  $i$ ,

processamento  $j$  e idade  $k$ ;  $FPL_{ijl}$  = efeito da interação fonte  $i$ , processamento  $j$  e local  $l$ ;  $FIL_{ikl}$  = efeito da interação fonte  $i$ , idade  $k$  e local  $l$ ;  $PIL_{jkl}$  = efeito da interação processamento  $j$ , idade  $k$  e local  $l$ ;  $FPIL_{ijkl}$  = efeito da interação fonte  $i$ , processamento  $j$ , idade  $k$  e local  $l$ ;  $e_{ijklm}$  = erro aleatório.

Assim, conforme McCulloch & Searle (2001), quando a distribuição for gama, a esperança de  $Y$  (média da variável dependente) é dada por:

$$E(Y_{ijkl}) = 1/h_{ijkl}$$

Enquanto para a distribuição normal é dada por:

$$E(Y_{ijkl}) = h_{ijkl}$$

## Resultados e Discussão

### Ensaio de digestibilidade

Foi observada interação ( $P < 0,05$ ) entre a fonte do amido e o processamento ou não por extrusão para o coeficiente de digestibilidade (CD) (Tabela 2).

O desdobramento desta interação mostrou maior CD do amido ( $P < 0,05$ ) para os animais que receberam milho e sorgo extrusados em suas rações. Da mesma forma, Alonso et al. (2000) verificaram maior digestibilidade *in vitro* do amido quando foi utilizado o processo de extrusão. Estes maiores CD do amido podem ser explicados pelo fato de o processamento provocar a gelatinização dos grânulos de amido, que absorvem água, incham, exudam parte da amilose, e tornam-se mais suscetíveis à degradação enzimática (Rooney & Pflugfelder, 1986).

Maertens & Luzi (1995), por sua vez, não verificaram redução nas perdas fecais de amido em coelhos alimentados com dietas extrusadas ricas em amido, de cinco a sete semanas de idade.

Entre as fontes extrusadas, não foi verificada diferença ( $P > 0,05$ ) no CDTOTAL do amido, entretanto, para as fontes não extrusadas, os animais que receberam triticale e mandioca apresentaram maiores coeficientes ( $P < 0,05$ ), respectivamente, 99,22 e 98,96%.

De acordo com Rooney & Pflugfelder (1986), a estrutura do endosperma do grão de milho, particularmente a cutícula que reveste o grão, e a resistência à moagem são os principais fatores que explicariam esta menor digestibilidade, em função de menor acessibilidade das enzimas amilolíticas às moléculas de amido.

Segundo Rooney et al. (1980), a composição total e a estrutura interna do amido do sorgo e milho são similares, o que pode explicar a semelhança nos resultados.

Os grânulos de amido da mandioca, por não se apresentarem envolvidos por cutícula, são mais facilmente moídos e ficam mais expostos à ação das enzimas amilolíticas, acarretando maior digestibilidade em relação ao milho e ao sorgo.

Interação significativa ( $P < 0,05$ ) foi também verificada entre a fonte e a idade dos coelhos (Tabela 3). O desdobramento desta interação mostrou maior CD do amido ( $P < 0,05$ ) do triticale aos 28 e 49 dias.

Entre as idades houve diferença ( $P < 0,05$ ) no CD do amido para os animais que receberam triticale e sorgo em suas rações, sendo o CD do amido superior aos 28 dias.

Os resultados do CD do milho diferem do encontrado por Gidenne & Perez (1993), que verificaram que as perdas de amido provenientes deste grão são grandes entre 28 e 33 dias, diminuindo significativamente entre 49 e 54 dias.

Os coeficientes de digestibilidade total do amido aos 28 e 49 dias foram altos, além disso, os animais utilizados neste experimento não apresentaram problemas de ordem digestiva, mesmo recebendo dietas com alto teor de amido. Estes resultados entram em desacordo com a hipótese de Corring et al., (1972), no qual coelhos jovens até 6 ou 7 semanas apresentam um sistema pancreático ainda imaturo, o que acarretaria sua inabilidade em digerir completamente o

amido da dieta, podendo este ser a causa original dos distúrbios digestivos. Entretanto, vale lembrar que neste experimento as rações foram formuladas para conterem níveis adequados de fibra, o que pode explicar a ausência de transtornos digestivos, uma vez que a fibra é de extrema importância para o bom funcionamento do trato digestivo.

#### Atividade enzimática

A atividade específica da enzima amilase da parede do jejuno dos coelhos recebendo amido de milho, sorgo e triticale foi maior ( $P < 0,05$ ) aos 60 dias de idade, contrariando o resultado obtido para a atividade específica da amilase dos animais alimentados com amido mandioca, que foi maior aos 37 dias (Tabela 4). Entretanto, não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) na atividade específica das enzimas amilase e maltase da parede do jejuno em função do processamento e da idade para a enzima maltase.

Dojana et al. (1998) encontraram intensa atividade da maltase na mucosa do duodeno, jejuno e íleo em coelhos com 15 dias de idade, e sugeriram que nesta idade a secreção de maltase pode ser estimulada pela lactose do leite. Esses autores verificaram menor atividade da maltase na mucosa do jejuno aos 43 dias de idade, em comparação aos coelhos com 15 dias de idade, entretanto, estas diferenças não foram significativas, o que está de acordo com o obtido neste experimento.

A atividade específica da enzima maltase (ATMAL) no conteúdo do jejuno e do íleo (Tabela 5), foi maior em coelhos com 37 dias de idade para as

Tabela 2 - Coeficientes de digestibilidade do amido de quatro fontes processadas ou não por extrusão em coelhos em crescimento

Table 2 - Digestibility coefficients of starch from four sources processed or not by extrusion in growing rabbits

Processamento Processing	Fonte Source			
	Milho Corn	Triticale Triticale	Sorgo Sorghum	Mandioca Cassava
Extrusado Extruded	98,46 <sup>A</sup>	98,86	98,78 <sup>A</sup>	98,54
Não-Extrusado Non extruded	95,56 <sup>Bc</sup>	99,22 <sup>a</sup>	97,08 <sup>Bb</sup>	98,96 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras diferentes, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.  
Means followed by different letters, small in the line and capital in the column, differ ( $P < 0,05$ ) by Tukey test.

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade do amido de quatro fontes em coelhos com idade inicial de 28 e 49 dias

Table 3 - Digestibility coefficients of starch from four sources in rabbits with initial age of 28 and 49 days

	Idade (d) Age (d)	
	28	49
Milho Corn	96,70 <sup>C</sup>	97,31 <sup>B</sup>
Triticale Triticale	99,46 <sup>ABa</sup>	98,62 <sup>ABb</sup>
Sorgo Sorghum	98,36 <sup>Ba</sup>	97,50 <sup>Bb</sup>
Mandioca Cassava	99,12 <sup>AB</sup>	98,38 <sup>AB</sup>

Médias seguidas por letras diferentes, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.  
Means followed by different letters, small in the line and capital in the column, differ ( $P < 0,05$ ) by Tukey test.

Tabela 4 - Atividade específica das enzimas amilase e maltase na parede do jejuno em coelhos alimentados com quatro fontes de amido, de acordo com a idade (37 e 60 dias) e processamento

Table 4 - Specific activity of amylase and maltase enzyme in jejunum wall in rabbits fed with four sources of starch, according to the age (37 and 60 days) and processing

	Idade Age		Processamento Processing	
	37	60	1	2
Atividade específica da enzima amilase ( $\mu\text{mol}$ glicose/mg/min) <i>Specific activity of amylase enzyme (<math>\mu\text{mol}</math> glucose/mg/min)</i>				
Milho ( <i>Corn</i> )	0,04929 $\pm$ 0,0007 <sup>b</sup>	0,09393 $\pm$ 0,0012 <sup>a</sup>	0,06306 $\pm$ 0,0009	0,07513 $\pm$ 0,0017
Sorgo ( <i>Sorghum</i> )	0,07524 $\pm$ 0,0024 <sup>b</sup>	0,09606 $\pm$ 0,0022 <sup>a</sup>	0,09539 $\pm$ 0,0027	0,07717 $\pm$ 0,0019
Triticale ( <i>Triticale</i> )	0,07746 $\pm$ 0,0015 <sup>b</sup>	0,10169 $\pm$ 0,0035 <sup>a</sup>	0,09776 $\pm$ 0,0038	0,07938 $\pm$ 0,0013
Mandioca ( <i>Cassava</i> )	0,08380 $\pm$ 0,0023 <sup>a</sup>	0,07821 $\pm$ 0,001 <sup>b</sup>	0,07019 $\pm$ 0,0012	0,09077 $\pm$ 0,0018
Atividade específica da enzima maltase ( $\mu\text{mol}$ glicose/mg/min) <i>Specific activity of maltase enzyme (<math>\mu\text{mol}</math> glucose/mg/min)</i>				
Milho ( <i>Corn</i> )	0,2370 $\pm$ 0,012	0,2290 $\pm$ 0,014	0,2196 $\pm$ 0,012	0,2454 $\pm$ 0,016
Sorgo ( <i>Sorghum</i> )	0,2683 $\pm$ 0,011	0,2607 $\pm$ 0,006	0,2413 $\pm$ 0,007	0,2877 $\pm$ 0,008
Triticale ( <i>Triticale</i> )	0,2497 $\pm$ 0,012	0,3223 $\pm$ 0,008	0,2890 $\pm$ 0,011	0,2830 $\pm$ 0,012
Mandioca ( <i>Cassava</i> )	0,2543 $\pm$ 0,007	0,2587 $\pm$ 0,008	0,2473 $\pm$ 0,006	0,2656 $\pm$ 0,010

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).Means in the same line followed by different letters are statistically different ( $P < 0,05$ ).

diferentes fontes de amido extrusadas ou não, exceto para o triticale e o sorgo extrusado, onde a ATMAL no conteúdo ileal foi maior aos 60 dias de idade.

Os animais que receberam milho extrusado apresentaram semelhante atividade da enzima maltase no conteúdo do íleo, aos 37 e 60 dias, o que está de acordo com o verificado por Scapinello et al. (1999) para coelhos entre 32 e 42 dias.

Aos 37 dias, maior ATMAL foi verificada para os animais que receberam sorgo extrusado e mandioca extrusada, respectivamente, nos conteúdos do jejuno e do íleo. Aos 60 dias, maior ATMAL ocorreu para os animais que receberam triticale extrusado, tanto no conteúdo do jejuno quanto do íleo.

A ATMAL entre as duas porções do intestino delgado, em cada idade (Tabela 6), foi maior no jejuno aos 37 dias de idade, o que está de acordo com o obtido por Scapinello et al. (1999), com exceção da mandioca extrusada, que mostrou maior atividade no íleo, e do milho extrusado, que não diferiu entre as duas porções.

Entretanto, aos 60 dias de idade, houve uma distribuição homogênea dos resultados, ficando o milho extrusado, o triticale extrusado, o sorgo e a mandioca, com maiores atividades no conteúdo do jejuno e o restante no conteúdo do íleo.

Não foi verificado efeito de idade ( $P > 0,05$ ) para a atividade específica da amilase (ATAM) do conteúdo do íleo (Tabela 7), para todas as fontes de amido extrusadas ou não. Da mesma forma, Dojana et al. (1998), ao determinarem a atividade específica da

amilase no extrato protéico total do pâncreas, não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre 15 e 43 dias de idade.

Entretanto, para a ATAM do conteúdo do jejuno, foi observado efeito de idade ( $P < 0,05$ ) somente para os animais que receberam milho extrusado e sorgo, que apresentaram maior ATAM aos 60 dias de idade, o que concorda com os resultados de Scapinello et al. (1999), que verificaram que a atividade específica da amilase no conteúdo do jejuno dobrou nos animais com 42 dias, comparado com os de 32 dias de idade. Apesar de não significativo, a ATAM no conteúdo do jejuno aos 60 dias foi numericamente superior aos 37 dias de idade, também para o milho, triticale, triticale extrusado e mandioca.

Da mesma forma, Marounek et al. (1995) encontraram que a atividade da amilase foi duas vezes maior em coelhos com três meses de idade em relação a coelhos com quatro semanas.

Cabe salientar que, de acordo com Dojana et al. (1998), aos 90 dias de idade a atividade da amilase pancreática atinge níveis comparáveis aos dos coelhos adultos, sugerindo que os coelhos deste experimento, provavelmente, ainda não estavam suficientemente desenvolvidos para otimizar a digestão do amido.

Ao comparar a ATAM em cada idade e porção separadamente, foram verificadas diferenças ( $P < 0,05$ ) na ATAM do conteúdo do jejuno entre as diferentes fontes de amido extrusadas

Tabela 5 - Atividade específica da enzima maltase no conteúdo do jejuno e do íleo em coelhos de 37 e 60 dias de idade alimentados com quatro fontes de amido processados ou não por extrusão

Table 5 - Specific activity of maltase enzyme in jejunum and ileum content in rabbits (37 and 60 days of age) fed with four sources of starch processed or not by extrusion

	37		60	
	Atividade específica da enzima maltase ( $\mu\text{mol}$ glicose/mg/min) Specific activity of maltase enzyme ( $\mu\text{mol}$ glucose/mg/min)			
	Jejuno Jejunum			
Milho Corn	0,00944 $\pm$ 0,0055 <sup>Ga</sup>	0,00594 $\pm$ 0,0030 <sup>Hb</sup>		
Milho extrusado Extruded corn	0,00886 $\pm$ 0,0095 <sup>Ha</sup>	0,00677 $\pm$ 0,0095 <sup>Gb</sup>		
Triticale Triticale	0,01150 $\pm$ 0,0047 <sup>Fa</sup>	0,00784 $\pm$ 0,0057 <sup>Cb</sup>		
Triticale extrusado Extruded triticale	0,01308 $\pm$ 0,0071 <sup>Ca</sup>	0,01283 $\pm$ 0,008 <sup>Ab</sup>		
Sorgo Sorghum	0,01297 $\pm$ 0,0124 <sup>Da</sup>	0,00696 $\pm$ 0,0033 <sup>Eb</sup>		
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,02512 $\pm$ 0,0316 <sup>Aa</sup>	0,00657 $\pm$ 0,0058 <sup>Fb</sup>		
Mandioca Cassava	0,01369 $\pm$ 0,0081 <sup>Ba</sup>	0,00808 $\pm$ 0,00667 <sup>Bb</sup>		
Mandioca extrusada Extruded cassava	0,01277 $\pm$ 0,0095 <sup>Ea</sup>	0,00757 $\pm$ 0,00481 <sup>Db</sup>		
	Íleo Ileum			
Milho Corn	0,00895 $\pm$ 0,0047 <sup>Fa</sup>	0,00851 $\pm$ 0,0042 <sup>Eb</sup>		
Milho extrusado Extruded corn	0,00756 $\pm$ 0,0062 <sup>CDEFG</sup>	0,00655 $\pm$ 0,0023 <sup>G</sup>		
Triticale Triticale	0,00958 $\pm$ 0,0032 <sup>Db</sup>	0,01005 $\pm$ 0,0067 <sup>Ba</sup>		
Triticale extrusado Extruded triticale	0,01249 $\pm$ 0,0083 <sup>Ca</sup>	0,01082 $\pm$ 0,0075 <sup>Ab</sup>		
Sorgo Sorghum	0,00842 $\pm$ 0,0051 <sup>Ga</sup>	0,00631 $\pm$ 0,0015 <sup>Hb</sup>		
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,00842 $\pm$ 0,0051 <sup>Ga</sup>	0,00631 $\pm$ 0,0015 <sup>Hb</sup>		
Mandioca Cassava	0,01362 $\pm$ 0,009 <sup>Ba</sup>	0,00752 $\pm$ 0,0032 <sup>Fb</sup>		
Mandioca extrusada Extruded cassava	0,01367 $\pm$ 0,0103 <sup>Aa</sup>	0,00861 $\pm$ 0,0031 <sup>Db</sup>		

Médias com diferentes letras minúsculas, na mesma linha, e médias com diferentes letras maiúsculas, na mesma coluna, são diferentes ( $P < 0,05$ ).

Means with different small letters, in the same line, and means with different capital letters, in the same column, were different ( $P < 0,05$ ).

Tabela 6 - Atividade específica da enzima maltase no conteúdo do jejuno e do íleo em coelhos de 37 e 60 dias de idade alimentados com quatro fontes de amido processados ou não por extrusão

Table 6 - Specific activity of maltase enzyme in jejunum and ileum content in rabbits (37 and 60 days of age) fed with four sources of starch processed or not by extrusion

	37		60	
	Jejuno Jejunum	Íleo Ileum	Atividade específica da enzima maltase ( $\mu\text{mol}$ glicose/mg/min) Specific activity of maltase enzyme ( $\mu\text{mol}$ glucose/mg/min)	
Milho Corn	0,00944 $\pm$ 0,0055 <sup>a</sup>	0,00895 $\pm$ 0,0047 <sup>b</sup>		
Milho extrusado Extruded corn	0,00886 $\pm$ 0,0095 <sup>a</sup>	0,00756 $\pm$ 0,0062 <sup>a</sup>		
Triticale Triticale	0,01150 $\pm$ 0,0047 <sup>a</sup>	0,00958 $\pm$ 0,0032 <sup>b</sup>		
Triticale extrusado Extruded triticale	0,01308 $\pm$ 0,0071 <sup>a</sup>	0,01249 $\pm$ 0,0083 <sup>b</sup>		
Sorgo Sorghum	0,01297 $\pm$ 0,0124 <sup>a</sup>	0,00842 $\pm$ 0,0051 <sup>b</sup>		
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,02512 $\pm$ 0,0316 <sup>a</sup>	0,00923 $\pm$ 0,0048 <sup>b</sup>		
Mandioca Cassava	0,01369 $\pm$ 0,0081 <sup>a</sup>	0,01362 $\pm$ 0,009 <sup>b</sup>		
Mandioca extrusada Extruded cassava	0,01277 $\pm$ 0,0095 <sup>b</sup>	0,01367 $\pm$ 0,0103 <sup>a</sup>		
Milho Corn	0,00594 $\pm$ 0,0030 <sup>b</sup>	0,00851 $\pm$ 0,0042 <sup>a</sup>		
Milho extrusado Extruded corn	0,00677 $\pm$ 0,0095 <sup>a</sup>	0,00655 $\pm$ 0,0023 <sup>b</sup>		
Triticale Triticale	0,00784 $\pm$ 0,0057 <sup>b</sup>	0,01005 $\pm$ 0,0067 <sup>a</sup>		
Triticale extrusado Extruded triticale	0,01283 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>	0,01082 $\pm$ 0,0075 <sup>b</sup>		
Sorgo Sorghum	0,00696 $\pm$ 0,0033 <sup>a</sup>	0,00631 $\pm$ 0,0015 <sup>b</sup>		
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,00657 $\pm$ 0,0058 <sup>b</sup>	0,01986 $\pm$ 0,0067 <sup>a</sup>		
Mandioca Cassava	0,00808 $\pm$ 0,00667 <sup>a</sup>	0,00752 $\pm$ 0,0032 <sup>b</sup>		
Mandioca extrusada Extruded cassava	0,00757 $\pm$ 0,00481 <sup>b</sup>	0,00861 $\pm$ 0,0031 <sup>a</sup>		

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

Means in the same line followed by different letters are statistically different ( $P < 0,05$ ).



Tabela 7 - Atividade específica da enzima amilase conteúdo do íleo e jejuno em coelhos de 37 e 60 dias de idade e alimentados com quatro fontes de amido processado ou não por extrusão  
 Table 7 - Specific activity of amylase enzyme in ileum and jejunum content in rabbits (37 and 60 days of age) fed with four sources of starch processed or not by extrusion

	37		60	
	Atividade específica da enzima amilase (µmol glicose/mg/min) Specific activity of amylase enzyme (µmol glucose/mg/min)			
	Íleo Ileum			
Milho Corn	0,325±0,203 <sup>AB</sup>		0,4678±0,245	
Milho extrusado Extruded corn	0,5042±0,482 <sup>B</sup>		0,4091±0,226	
Triticale Triticale	0,365±0,214 <sup>AB</sup>		0,4405±0,243	
Triticale extrusado Extruded triticale	0,6097±0,516 <sup>AB</sup>		0,8482±0,813	
Sorgo Sorghum	0,3975±0,389 <sup>AB</sup>		0,4144±0,194	
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,3185±0,231 <sup>AB</sup>		0,6154±0,574	
Mandioca Cassava	0,5091±0,22 <sup>AB</sup>		0,4525±0,384	
Mandioca extrusada Extruded cassava	1,8201±4,172 <sup>A</sup>		0,7081±0,592	
	Jejuno Jejunum			
Milho Corn	0,2926±0,178 <sup>B</sup>		0,8721±0,625	
Milho extrusado Extruded corn	0,2382±0,190 <sup>ABCb</sup>		0,4621±0,186 <sup>a</sup>	
Triticale Triticale	0,3259±0,217 <sup>AB</sup>		0,3606±0,219	
Triticale extrusado Extruded triticale	0,451±0,288 <sup>AB</sup>		0,6411±0,379	
Sorgo Sorghum	0,2294±0,209 <sup>Cb</sup>		0,4597±0,232 <sup>a</sup>	
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,5461±0,420 <sup>AB</sup>		0,4365±0,335	
Mandioca Cassava	0,4605±0,191 <sup>AB</sup>		0,5651±0,245	
Mandioca extrusada Extruded cassava	0,5229±0,490 <sup>AB</sup>		0,3310±0,224	

Médias com diferentes letras minúsculas, na mesma linha, e médias com diferentes letras maiúsculas, na mesma coluna, são diferentes (P<0,05).  
 Means with different small letters, in the same line, and means with different capital letters, in the same column, were different (P<0.05).

Tabela 8 - Atividade específica da enzima amilase no conteúdo do jejuno e íleo em coelhos de 37 e 60 dias de idade e alimentados com quatro fontes de amido processado ou não por extrusão  
 Table 8 - Specific activity of amylase enzyme in jejunum and ileum content in rabbits (37 and 60 days of age) fed with four sources of starch processed or not by extrusion

	37		60	
	Atividade específica da enzima amilase (µmol glicose/mg/min) Specific activity of amylase enzyme (µmol glucose/mg/min)			
	Jejuno Jejunum		Íleo Ileum	
Milho Corn	0,2926±0,178 <sup>b</sup>		0,325±0,203 <sup>a</sup>	
Milho extrusado Extruded corn	0,2382±0,190		0,5042±0,482	
Triticale Triticale	0,3259±0,217		0,365±0,214	
Triticale extrusado Extruded triticale	0,451±0,288		0,6097±0,516	
Sorgo Sorghum	0,2294±0,209 <sup>b</sup>		0,3975±0,389 <sup>a</sup>	
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,5461±0,420		0,3185±0,231	
Mandioca Cassava	0,4605±0,191		0,5091±0,22	
Mandioca extrusada Extruded cassava	0,5229±0,490		1,8201±4,172	
Milho Corn	0,8721±0,625		0,4678±0,245	
Milho extrusado Extruded corn	0,4621±0,186		0,4091±0,226	
Triticale Triticale	0,3606±0,219		0,4405±0,243	
Triticale extrusado Extruded triticale	0,6411±0,379		0,8482±0,813	
Sorgo Sorghum	0,4597±0,232		0,4144±0,194	
Sorgo extrusado Extruded sorghum	0,4365±0,335		0,6154±0,574	
Mandioca Cassava	0,5651±0,245		0,4525±0,384	
Mandioca extrusada Extruded cassava	0,3310±0,224		0,7081±0,592	

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes (P<0,05).  
 Means in the same line followed by different letters are statistically different (P<0.05).

ou não, em coelhos com 37 dias de idade, com exceção do milho extrusado, que não diferiu entre as fontes.

Entretanto, a ATAM, no conteúdo do íleo na mesma idade, mostrou somente diferença entre o milho extrusado e a mandioca extrusada.

A ATAM do conteúdo do íleo e jejuno em coelhos com 60 dias, não diferiu entre as diferentes fontes de amido extrusadas ou não.

A ATAM em coelhos com 37 dias de idade (Tabela 8) diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as duas porções do intestino delgado somente para os animais que receberam milho e sorgo, que apresentaram maior atividade no conteúdo do íleo em comparação com o jejuno, o que pode ser explicado pela maior quantidade de conteúdo luminal encontrado neste segmento.

Aos 60 dias, não foi verificada diferença entre as duas porções (íleo e jejuno), para todas as fontes de amido processadas ou não por extrusão.

Estes resultados discordam do obtido por Scapinello et al. (1999), os quais encontraram maior atividade específica no jejuno.

É interessante ressaltar o efeito que a atividade digestiva tem sobre a secreção pancreática de amilase, uma vez que no momento da realização da coleta de amostras, alguns animais apresentaram quantidades significativas de conteúdo intestinal, enquanto que em outros, o conteúdo era muito pequeno ou quase inexistente. Segundo Wu et al. (1985), o fluxo do suco pancreático varia durante o dia, mostrando um pico entre 3 e 6 horas após a ingestão do alimento, desta forma, a grande variação nos resultados de atividade enzimática podem ser explicados pela diferença na atividade digestiva.

### Conclusões

O processamento de extrusão melhorou o coeficiente de digestibilidade do amido do milho e do sorgo, mas o amido proveniente do triticale e da mandioca não-processados foi mais digestível que o oriundo do sorgo e do milho.

O coeficiente de digestibilidade total do amido foi influenciado pela idade dos coelhos, entretanto, os coeficientes de digestibilidade foram altos, independentemente da idade.

A atividade da amilase da parede e conteúdo do jejuno variaram em função da idade e foram, em geral, superiores aos 60 dias.

A atividade da maltase do conteúdo do jejuno e íleo foi superior aos 37 dias.

As atividades das enzimas maltase do conteúdo do jejuno e íleo e amilase do conteúdo do jejuno foram influenciadas pelo processamento e superiores para as fontes extrusadas.

As atividades enzimáticas das enzimas maltase aos 37 e 60 dias e amilase aos 37 dias foram influenciadas pelo local, sendo maior no jejuno e íleo, respectivamente.

### Literatura Citada

- ALONSO, R.; AGUIRRE, A.; MARZO, F. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and *in vitro* digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. **Food Chemistry**, v.68, p.159-165, 2000.
- BERGMEYER, H.U.; BERNT, E. D-glucose determination with glucose oxidase and isomerase. In: BERGMEYER, H.U. (Ed.) **Methods of enzymatic analysis**. New York: Verlag/Chimie/Academic Press, 1974. p.1205-1212.
- BLAS, E.; CERVERA, C.; FERNANDEZ-CARMONA, J. Effect of two diets with varied starch and fibre levels on the performances of 4-7 weeks old rabbits. **World Rabbit Science**, v.2, n.4, p.117-121, 1994.
- BLAS, E.; GIDENNE, T. Digestion of starch and sugars. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Eds.) **The nutrition of the rabbit**. Cambridge: CABI Publishing, 1998. p.17-38.
- CARABAÑO, R.; MOTTA-FERREIRA, W.; DE BLAS, J.C. et al. Substitution of sugarbeet pulp for alfalfa hay in diets for growing rabbits. **Animal Feed Science and Technology**, v.65, n.1-4, p.249-256, 1997.
- CHEEKE, P.R.; PATTON, N.M. Carbohydrate overload of the hindgut: a probable cause of enteritis. **Journal Applied Rabbit Research**, v.3, n.1, p.20-23, 1980.
- COLONNA, P.; CHAMP, M. Significance of starch damage in feeds. **Science Aliments**, v.10, p.877-897, 1990.
- CORRING, T.; LEBAS, F.; COURTOT, D. Contrôle de l'évolution de l'équipement enzymatique du pancréas exocrine du lapin de la naissance à 6 semaines. **INRA. Annales de Biologie Animale, Biochimie et Biophysique**, v.12, n.2, p.221-231, 1972.
- DE BLAS, C.; MATEOS, G.G. Feed formulation. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Eds.) **The nutrition of the rabbit**. Cambridge: CABI Publishing, 1998. p.241-253.
- DOJANA, N.; COSTACHE, M.; DINISCHIOTU, A. The activity of some digestive enzymes in domestic rabbits before and after weaning. **Animal Science**, v.66, p.501-507, 1998.
- DUPRAT, F.; GALLANT, D.; GUILBOT, A. et al. L'amidon. In: MONTIES, B. (Ed.) **Les polymères végétaux**. Gauthiers-Villars, 1980. p.176-231.
- GIDENNE, T.; PEREZ, J.M. Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. 2. Starch hydrolysis in the small intestine, cell wall degradation and rate of passage measurements. **Animal Feed Science and Technology**, v.42, p.249-257, 1993.
- MAERTENS, L.; LUZI, E. The effect of extrusion in diets with different starch levels on the performance and digestibility of young rabbits. In: SIMPOSIUM ON HOUSING AND DISEASES OF RABBITS, FURBEARING ANIMALS AND PET ANIMALS, 9., 1995, Celle. **Proceedings...** Celle: DVG, 1995. p.131-138.

- MAROUNEK, M.; VOVK, S.J. Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. **British Journal of Nutrition**, v.73, n.3, p.463-469, 1995.
- MCCULLOCH, C.E.; SEARLE, S.R. **Generalized, linear, and mixed models**. New York: John Willey, 2001. 325p.
- MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, n.3, p.426-428, 1959.
- MOREIRA, I. **Valor nutritivo e utilização de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 145p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- NELDER, J.A.; WEDDERBURN, W.M. Generalized linear models. **Journal Royal Statistical Society**, v.135, n.3, p.370-384, 1972.
- PEETERS, J.E.; CHARLIER, G.J. Le complexe entérite du lapin de chair en élevage rationnel. **Cuni-Sciences**, v.2, p.13-26, 1984.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, J.R.P. **Manual prático de avaliação nutricional dos alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.
- POORE, J.R.; ECK, T.P.; SWINGLE, R.S. et al. Total starch and relative starch availability of grains. In: BIENAL CONFERENCE ON RUMEN FUNCTION, 20., 1989, Chicago. **Abstracts...** Chicago: 1989. p.35.
- REMOIS, G.; LAFARGUE-HAURET, P.; ROUILLERE, H. Effect of amylases supplementation in rabbit feed on growth performance. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996, Toulouse. **Proceedings...**Toulouse, v.1, 1996. p.289-292.
- ROONEY, L.W.; KHAN, M.N.; EARP, C.F. The technology of sorghum products. In: INGLET, G. (Ed.) **Recent progress in cereal chemistry: cereals for food and beverages**. New York: Academic Press, 1980. p.513-554.
- ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1607-1623, 1986.
- SCAPINELLO, C.; GIDENNE, T.; FORTUN-LAMOTHE, L. Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning, according to the milk/solid feed intake pattern before weaning. **Reproduction Nutrition Development**, v.39, p.423-432, 1999.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG. 1997. 150p. (Manual do usuário).
- WU, Y.X.; WU, M.; JIA, D.Y. Study of secretion of pancreatic juice and activity of pancreatin of rabbits. **Nutrition Abstracts and Reviews-B**, v.55, p.48, 1985.

Recebido em: 01/09/03

Aceito em: 04/10/04