

Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste brasileiro por intermédio da técnica de três estágios¹

Intestinal digestibility of protein of adapted forages and by-products in Brazilian Northeast by three-steps technique

PEREIRA, Elzânia Sales^{2*}; PIMENTEL, Patrícia Guimarães²; DUARTE, Labib Santos²; VILLARROEL, Arturo Bernardo Selaive²; REGADAS FILHO, José Gilson Louzada³; ROCHA JÚNIOR, José Nery²

¹Projeto financiado pela FUNCAP.

²Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Fortaleza, Ceará, Brasil.

³Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: elzania@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se estimar a digestibilidade intestinal (DI) da proteína não-degradada no rúmen (PNDR) de alimentos por intermédio da técnica de três estágios. As forragens avaliadas foram algaroba (*Prosopis juliflora*), canafístula (*Pithecellobium multiflorum*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), jitirana (*Ipomea* sp.), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), mata-pasto (*Senna obtusifolia*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), palma gigante (*Opuntia ficus indica*) e xique-xique (*Cereus gounellei*), bem como, os co-produtos do abacaxi (*Ananas comosus* L.), acerola (*Malpighia emarginata*), caju (*Anacardium occidentale*), coco (*Cocos nucifera* L.), melão (*Cucumis melo*), maracujá (*Passiflora eduli*), uva (*Vitis labrusca*) e urucum (*Bixa orellana* L.). Os alimentos foram incubados no rúmen, por 16 horas, para determinação da PNDR, e o resíduo da incubação foi submetido à digestão com solução de pepsina durante uma hora e solução de pancreatina a 38°C, cujos resíduos foram analisados para nitrogênio total. A estimativa da PNDR das forragens variou de 13,37 a 83,6% e a dos coprodutos, de 39,14 a 89,06%. A digestibilidade intestinal da PNDR das forragens variou de 26,09 a 80,68%, enquanto que, para os coprodutos, de 22,26 a 76,82%. O sabiá foi a forrageira que apresentou a maior DI e o maior teor de proteína não degradada no rúmen digestível (PNDRd), e a flor-de-seda, os menores valores. Para os coprodutos, melão e

caju, foram apresentados, respectivamente, os maiores valores de DI e PNDRd. O coco apresentou os menores valores para DI e PNDRd. Embora alguns sistemas de adequação de dietas para ruminantes considerem que a PNDR apresenta DI constante, os resultados obtidos sugerem que essa relação é variável.

Palavras-chave: avaliação de alimentos, ruminantes, semiárido, técnica *in vitro*

SUMMARY

It was aimed to estimate the intestinal digestibility (ID) of rumen-undegradable protein (RUDP) of several feeds by a three-steps procedure. The evaluated forages were algaroba (*Prosopis juliflora*), canafístula (*Pithecellobium multiflorum*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), jitirana (*Ipomea* sp.), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), mata-pasto (*Senna obtusifolia*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), palma gigante (*Opuntia ficus indica*) and xique-xique (*Cereus gounellei*), and the agroindustry byproducts were pineapple (*Ananas comosus* L.), barbados cherry (*Malpighia emarginata*), cashew (*Anacardium occidentale*), coconut (*Cocos nucifera* L.), melon (*Cucumis melo*), passion fruit (*Passiflora eduli*), grape (*Vitis labrusca*) and anatto seeds (*Bixa orellana* L.). The feeds were incubated in rumen during 16 hours to determine the RUDP, and the residue was submitted to the digestion with pepsin

solution during one hour, and pancreatic solution during 24 hours at 38°C, those residues were analyzed for total nitrogen. The estimative of RUDP forage ranged from 13.37 to 83.6%, and the RUDP by-product ranged from 39.14 to 89.06%. The intestinal digestion of RUDP of the forages ranged from 26.09 to 80.68%, while for by-products varied from 22.26 to 76.82%. The sabiá was the forage that presented the highest intestinal digestibility and digestive rumen-undegradable protein (RUDPd), and the flor-de-seda, the lowest digestibility; while for by-products, melon and cashew presented, respectively, the highest values for DI and RUDP. The coconut presented the lowest values for ID and RUDPd. Although, some formulation systems of diets for ruminant consider that the RUDP present constant ID, the data obtained in this work suggest variation among the different feeds.

Keywords: evaluation of feeds, *in vitro* technique, ruminants, semiarid

INTRODUÇÃO

As exigências de proteína dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, denominadas de exigências de proteína metabolizável (NRC, 2001) que correspondem à proteína microbiana, à proteína dietética que escapa à degradação ruminal e à proteína endógena reciclada.

As taxas de degradação são responsáveis pelo maior ou menor escape de compostos nitrogenados do rúmen e pelo atendimento dos requerimentos de compostos nitrogenados dos microrganismos ruminais.

O conhecimento da dinâmica de degradação ruminal da proteína dos alimentos é fundamental para a formulação de dietas com adequadas quantidades de proteína degradável no rúmen para microrganismos do rúmen e proteína não-degradável no rúmen para o animal, o que resulta em dietas mais eficientes (BERAN et al., 2007, MARCONDES et al., 2009). Além da

degradação ruminal, a obtenção do valor proteico do alimento expresso como aminoácidos verdadeiramente digestíveis no intestino tem sido abordada nos novos sistemas de avaliação proteica dos alimentos e envolve a mensuração de diversas características. Para quantificar a contribuição dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, é necessário o desenvolvimento de métodos simples e econômicos para estimativa da digestibilidade intestinal dos alimentos (HVELPLUND & WEISBJERG, 2000).

A necessidade de alimentos de boa qualidade para animais de produção no período seco é uma constante em todos os sistemas, e é mais acentuada nas regiões tropicais de clima semiárido. No Nordeste brasileiro, a melhoria da produção pecuária está pautada no conhecimento e uso de estratégias alimentares via recursos forrageiros nativos e exóticos adaptados e, ainda, na utilização de coprodutos agroindustriais, de forma a considerar o grande potencial da região para produção de frutos (PEREIRA et al., 2009).

Com a presente pesquisa, objetivou-se estimar a digestibilidade intestinal da proteína da algaroba (*Prosopis juliflora*), canafístula (*Pithecellobium multiflorum*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), jitrana (*Ipomea* sp.), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), mata-pasto (*Senna obtusifolia*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), palma gigante (*Opuntia ficus indica*) e xique-xique (*Cereus gounellei*) e dos coprodutos do beneficiamento do abacaxi (*Ananas comosus*), acerola (*Malpighia emarginata*), caju (*Anacardium occidentale*), coco (*Cocos nucifera*), melão (*Cucumis melo*), maracujá (*Passiflora eduli*), uva (*Vitis labrusca*) e urucum (*Bixa orellana*), mediante a técnica de três estágios.

MATERIAL E MÉTODOS

Na estação chuvosa (abril/2007), as forrageiras foram coletadas no painel forrageiro do Departamento de Zootecnia e da Fazenda Experimental Vale do Curu, respectivamente, nos municípios de Fortaleza e Pentecoste, Ceará, ambos pertencentes à Universidade Federal do Ceará. As forrageiras estudadas foram: algaroba (*Prosopis juliflora*), canafístula (*Pithecellobium multiflorum*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), jitirana (*Ipomea* sp.), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), mata-pasto (*Senna obtusifolia*), sabiá (*Mimosa caesalpinhiifolia*), palma gigante (*Opuntia ficus indica*) e xique-xique (*Cereus gounellei*). As plantas se encontravam em estágio vegetativo e foram coletadas somente folhas e ramos com até um centímetro de diâmetro. O xique-xique foi cortado e queimado para a eliminação dos acúleos.

Os coprodutos agroindustriais avaliados foram: caju (*Anacardium occidentale*), maracujá (*Passiflora eduli*), melão (*Cucumis melo*), urucum (*Bixa orellana*), abacaxi (*Ananas comosus*), acerola (*Malpighia emarginata*), coco (*Cocos nucifera*) e uva (*Vitis labrusca*). Esses foram provenientes de agroindústrias locais na forma *in natura* e compostos basicamente de cascas e sementes. O coproduto do caju constituiu-se do pedúnculo desidratado. O coproduto do urucum, constituído de grãos e cascas, foi resultante do processo agroindustrial para extração da bixina. O coproduto do coco (farelo de coco) constituiu-se do coproduto agroindustrial do endosperma (copra).

Imediatamente após a coleta, as amostras das forrageiras foram conduzidas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC – LANA/DZ/UFC, onde foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C

por 72 horas, trituradas em moinho estacionário “Thomas Wiley”, por meio de peneira com malha de 1,0mm e acondicionadas em potes fechados. Os coprodutos da agroindústria foram desidratados ao sol e espalhados em camadas de aproximadamente 7cm de espessura e revolvidos pelo menos três vezes ao dia. Inicialmente, os alimentos foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) de acordo com os procedimentos de Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA) e lignina (LIG) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991).

A proteína não-degradada no rúmen (PNDR) foi estimada pela incubação ruminal em duplicata de cerca de cinco gramas de amostra de cada alimento, por meio de sacos de náilon, durante 16 horas. A quantidade de amostra incubada dependeu do seu teor em compostos nitrogenados (N), pois o resíduo da incubação ruminal deve conter, no mínimo, 60mg de N. Para esse procedimento, foi utilizada uma novilha da raça Pardo Suíça, com aproximadamente 20 meses de idade e peso vivo médio de 450kg, portadora de cânula ruminal permanente, alimentada com dieta com 70% de feno de capim tiflon 85 e 30% de concentrado. Após a incubação ruminal, os sacos foram lavados em água corrente até que a água de enxágue se tornasse clara e, então, foram colocados em estufa de ventilação forçada durante 48 horas a 55°C.

A simulação da digestão intestinal da PNDR foi realizada conforme Calsamiglia & Stern (1995). Os resíduos da incubação ruminal foram analisados para nitrogênio e pesados para proporcionar, aproximadamente, 15mg de

nitrogênio e colocados em duplicata em erlemeyers de 125mL. Posteriormente, foram incubados com 10mL de solução a 0,1N de HCL com 1g/L de pepsina (pH=1,9) durante 1 hora a 38°C. Em seguida, foram adicionados 0,5mL de solução a 1N de NaOH para neutralização do pH, 13,5mL de solução de pancreatina (0,5M de solução de KH₂PO₄, pH=7,8) com 50ppm de thymol, para inibir o crescimento microbiano, e 3g/L de pancreatina durante 24 horas. Ao final da digestão, os resíduos foram imediatamente filtrados em papel-filtro, lavados com 400mL de água destilada, e o nitrogênio residual foi determinado pelo método Kjeldahl.

Os cálculos da degradação ruminal e digestibilidade intestinal pelo método de três estágios foram realizados de acordo com as seguintes equações: a degradabilidade ruminal (PDR) = 100 x {[nitrogênio incubado - nitrogênio residual] / nitrogênio incubado} e a proteína não-degradada no rúmen (PNDR) = 100 - PDR. A digestibilidade intestinal da proteína não-degradada no rúmen, em porcentagem, foi calculada como a quantidade de N digerido após

incubação com HCl - pepsina e pancreatina multiplicado por 6,25, que foi dividido pela quantidade de proteína incubada e multiplicado por 100. A partir do percentual de digestão intestinal da PNDR, foram calculados a porcentagem e o teor de proteína não-degradada no rúmen digestível no intestino delgado (PNDRd) em g/kg de MS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as forrageiras com maior teor de proteína bruta foram o sabiá e o mata-pasto, enquanto que, para os coprodutos, coco e caju obtiveram os melhores resultados (Tabelas 1 e 2, respectivamente).

A porcentagem de proteína degradada no rúmen (PDR) variou de 16,40 a 86,13% para canafístula e mata-pasto, respectivamente. A flor-de-seda também apresentou acentuada degradação ruminal, com 79,7% de PDR, mesmo comportamento observado para a jitirana (75,73%) e algaroba (68,53%) (Tabela 3).

Tabela 1. Porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas (MM), extrato etéreo (EE), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e lignina (LIG) das forrageiras utilizadas no Nordeste brasileiro

FORAGEIRA	MS (%)	PB ¹	MM ¹	EE ¹	FDN ¹	LIG ¹
Algaroba	94,98	15,61	7,63	4,89	42,84	8,32
Canafístula	93,73	12,91	5,60	4,56	55,81	12,95
Flor-de-seda	94,65	17,85	18,16	8,19	27,85	6,70
Jitirana	92,71	16,61	10,84	2,02	38,75	9,41
Juazeiro	92,93	12,52	7,19	1,80	60,79	13,29
Mata-pasto	92,87	20,79	12,53	2,88	31,00	4,61
Palma gigante	91,23	9,61	16,71	2,93	20,04	6,71
Sabiá	93,77	21,00	6,96	5,76	48,71	9,43
Xique-xique	94,40	7,70	18,80	1,22	36,19	9,35

¹(% MS)

Tabela 2. Porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas (MM), extrato etéreo (EE) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e lignina (LIG) dos coprodutos da agroindústria

Co-produtos	MS (%)	PB ¹	MM ¹	EE ¹	FDN ¹	LIG ¹
Abacaxi	97,62	7,84	10,70	0,60	60,30	9,84
Acerola	97,25	9,06	6,08	0,90	70,60	29,42
Caju	96,32	15,93	3,62	1,50	64,40	26,93
Coco	96,85	24,55	4,70	18,53	55,57	4,18
Maracujá	97,31	9,70	13,27	0,40	63,40	11,08
Melão	97,53	8,75	6,85	0,80	73,00	33,46
Urucum	95,26	13,53	6,32	2,10	45,10	15,22
Uva	95,50	12,14	8,41	10,62	43,10	10,76

¹(% MS)

Tabela 3. Teores de proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR) e proteína não-degradada no rúmen (PNDR) para 16 horas de incubação ruminal, digestibilidade intestinal da PNDR (DI) e PNDR digestível no intestino delgado (PNDRd) em porcentagem e em g/kg MS das forrageiras utilizadas no Nordeste brasileiro

Forrageiras	PB (%) MS)	PDR PNDR		DI	PNDRd (%)	PNDRd (g/kg MS)
		(% PB)				
Sabiá	21,06	23,87	76,13	18,49 ± 1,23	14,09 ± 1,27	29,67 ± 2,68
Xique-xique	7,70	62,49	37,51	41,02 ± 0,59	15,63 ± 0,61	16,90 ± 0,47
Canafístula	12,90	16,40	83,60	44,42 ± 3,68	37,13 ± 3,12	47,90 ± 4,03
Juazeiro	12,52	20,02	79,98	49,60 ± 3,00	39,68 ± 2,75	49,68 ± 3,44
Algaroba	15,60	68,53	31,47	52,52 ± 1,24	16,55 ± 2,03	25,81 ± 3,17
Jitirana	16,61	75,73	24,27	56,70 ± 0,61	13,75 ± 0,98	22,85 ± 1,62
Mata-pasto	20,79	86,13	13,37	60,40 ± 3,16	8,37 ± 0,04	17,39 ± 0,09
Palma gigante	9,61	69,40	30,60	72,99 ± 4,72	22,11 ± 5,56	21,24 ± 5,34
Flor-de-seda	17,80	79,70	20,30	74,47 ± 1,28	15,06 ± 6,37	26,81 ± 11,34

As bactérias ruminais podem incorporar os aminoácidos diretamente ou desaminá-los e fermentá-los para obterem energia. Se o processo de desaminação no rúmen for muito grande, ocorrerá maior assimilação de amônia pelo epitélio ruminal, o que exige que fígado e rins incrementem o ciclo da ureia para a proteção do animal desse produto final tóxico. Como as proteínas são, geralmente, componentes dietéticos de custo mais elevado que os carboidratos, a sua utilização como

fonte de energia tem repercussão negativa na economia de produção de ruminantes. Uma forma mais eficiente de incorporação do carbono dos aminoácidos na proteína bacteriana se dá pela assimilação de peptídeos. No entanto, se a taxa de proteólise for muito elevada e o tempo de retenção dos compostos nitrogenados no rúmen suficientemente reduzido, a formação de peptídeos pode ser favorável se a proteína dietética for de boa qualidade, por causa do maior escape de tais

compostos para o intestino (PEREIRA et al., 2001). A solubilidade da proteína tem sido associada à maior degradabilidade ruminal, e o seu processo de degradação, relacionado ao acúmulo de amônia no fluido ruminal. A amônia, por sua vez, é a principal fonte de nitrogênio para as bactérias que degradam carboidratos estruturais, as quais, quando em condições dietéticas limitantes desse nutriente, apresentam menor crescimento, decorrente dos maiores custos de manutenção.

A reciclagem do nitrogênio pode ser uma importante fonte desse nutriente quando o animal está submetido aos recursos forrageiros da caatinga. Aproximadamente, 70% do nitrogênio consumido pode ser reciclado e conservado pelo ciclo rumino-hepático quando o nível de nitrogênio dietético é baixo (50gPB/kg MS). Quando o teor de N é alto (200g/PB MS), a reciclagem de nutrientes diminui drasticamente para aproximadamente 11% (NRC,

2001), o que pode resultar em perdas consideráveis e na redução da eficiência de utilização do N da dieta (VAN SOEST, 1994, MESGARAN & STERN, 2005).

A proteína não degradada no rúmen (PNDR) corresponde à proteína de escape. O escape da proteína originária do alimento é principalmente oriundo da fração B3, cuja digestibilidade pós-ruminal é da ordem de 50 a 80% (SNIFFEN et al., 1992). No presente estudo, canafístula e juazeiro apresentaram os maiores valores para PNDR (83,6 e 79,98%, respectivamente), assim como os maiores valores para proteína não-degradada no rúmen digestível (PNDRd), 37,13 e 39,68%, respectivamente (Tabela 3 e Figura 1). Provavelmente, isso aconteceu devido ao seu alto teor de proteína bruta, ao elevado escape dessa do rúmen e à alta digestibilidade intestinal.

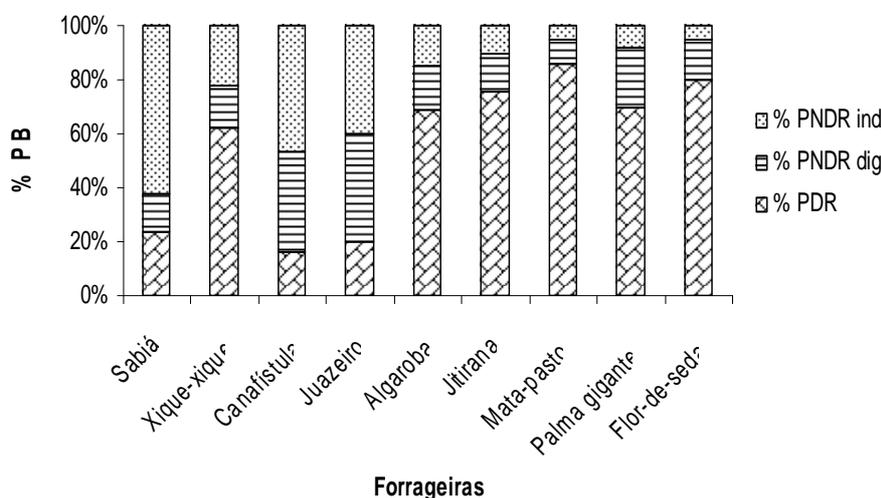


Figura 1. Proporções relativas da proteína degradada no rúmen (PDR), da proteína não-degradada no rúmen digestível (PNDR dig.) e da proteína não-degradada no rumem indigestível (PNDR indig.) no intestino delgado das forrageiras utilizadas no Nordeste brasileiro

A taxa de degradação da proteína e, conseqüentemente, o escape ruminal dependem muito do tipo de alimento empregado na alimentação de ruminantes. O fornecimento de proteína lentamente degradada no rúmen promove maior aporte de aminoácidos ao intestino delgado, menores teores de nitrogênio amoniacal ruminal e maior conservação do nitrogênio consumido. Os valores de digestibilidade intestinal variaram de 18,49 a 74,47% para sabiá e flor-de-seda, respectivamente. O sabiá, apesar de apresentar o mais elevado teor de PB e alto teor de PNDR, teve o menor valor para a digestibilidade intestinal da PNDR entre as forrageiras avaliadas (Figura 2). As cactáceas xique-xique e

em relação a outras fontes mais rapidamente degradáveis, por causa da maior reciclagem endógena. O aumento da disponibilidade de energia, em situações de maior degradação ruminal do nitrogênio, resulta numa condição mais favorável ao crescimento microbiano e de minimização de perdas nitrogenadas (PEREIRA et al., 2008).

palma gigante apresentaram resultados próximos para a PNDR (37,51 e 30,60%, respectivamente), entretanto, o xique-xique apresentou baixa digestibilidade intestinal da PNDR (41,02%) em comparação com a palma gigante (72,99%).

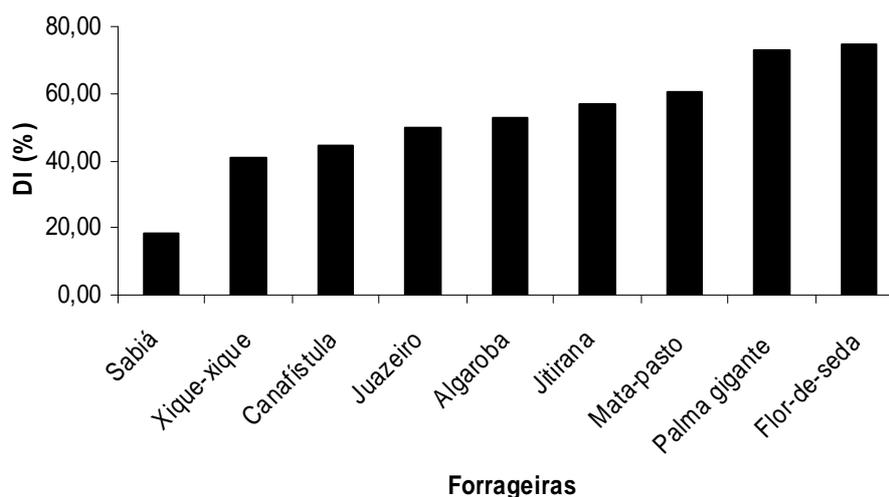


Figura 2. Digestibilidade intestinal (DI) da proteína não-degradada no rúmen (PNDR) das forrageiras utilizadas no Nordeste brasileiro

Quando a proteína dietética apresentar baixa qualidade, é desejável que seja degradada no rúmen e, então, convertida em proteína microbiana. Entretanto, quando se trata de fontes proteicas de elevado valor biológico, deve-se minimizar sua degradação ruminal, de modo que seja em sua maior parte digerida no intestino delgado, de forma a

evitar possíveis perdas em aminoácidos essenciais no rúmen, decorrentes da fermentação (CABRAL et al., 2005).

O mata-pasto, a jitirana e a algaroba apresentaram significantes valores para digestibilidade intestinal da proteína, entretanto os baixos valores de PNDR (13,37; 24,27 e 31,47%, respectivamente) resultaram em baixos valores de PNDR

(8,37; 13,75 e 15,55%, respectivamente). Isso implica menor disponibilidade de aminoácidos para absorção no intestino. Os valores de PNDRd equivalem à proteína dietética absorvida no intestino delgado e fornecem um índice para qualidade dos alimentos como fontes de PNDR para ruminantes.

A porcentagem de proteína degradada no rúmen (PDR) variou de 10,94 a 60,86% para caju e urucum, respectivamente (Tabela 4).

Uva, maracujá e urucum apresentaram elevada degradação ruminal (50,62; 51,71 e 60,86%, respectivamente) e mereceram atenção especial quando da sua utilização em proporção significativa em rações de ruminantes, pois podem ocorrer grandes perdas de nitrogênio no rúmen, de maneira que é necessária a inclusão de fontes energéticas de rápida degradação no rúmen. Esses altos valores encontrados para a PDR associados à baixa digestibilidade da PNDR também resultaram em baixos valores para a PNDRd (15,54; 24,91 e 16,34%, respectivamente), o que sugere que grande parte dessa proteína não será

aproveitada pelo animal em nenhum compartimento do seu trato digestivo (Figuras 3 e 4). As proteínas são digeridas no intestino delgado, antes de se tornarem disponíveis para a absorção. Esse processo começa no abomaso com ácido e pepsina e é completado no intestino delgado com proteases pancreáticas e intestinais (PEREIRA et al., 2000).

Os valores verificados para a digestibilidade intestinal dos coprodutos variaram de 24,12 a 76,97% para melão e coco, respectivamente.

O melão, o caju e a acerola apresentaram elevados valores de PNDR, entretanto a baixa digestibilidade intestinal da proteína desses coprodutos resultou em baixos valores de PNDRd. Como esses alimentos apresentaram elevado teor de FDN (Tabela 1), é possível que a proteína que escapou à fermentação ruminal esteja associada à fibra, o que explica a baixa digestibilidade no intestino. Já o coproduto do coco forneceu o maior teor de PNDRd com 59,90%, devido ao seu alto teor de proteína bruta, ao elevado escape dessa no rúmen e à alta digestibilidade intestinal.

Tabela 4. Teores de proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR) e proteína não-degradada no rúmen (PNDR) para 16 horas de incubação ruminal, digestibilidade intestinal da PNDR (DI) e PNDR digestível no intestino delgado (PNDRd) em porcentagem e em g/kg MS dos coprodutos da agroindústria

Co-produtos	PB (% MS)	PDR (% PB)	PNDR	DI	PNDRd (%)	PNDRd (g/kg MS)
Melão	8,96	28,70	71,30	24,12 ± 0,01	17,20 ± 0,02	15,41 ± 0,02
Uva	12,14	50,62	49,38	31,46 ± 1,94	15,54 ± 1,07	18,86 ± 1,30
Caju	16,53	10,94	89,06	33,96 ± 3,79	30,24 ± 3,16	49,98 ± 5,22
Acerola	9,51	33,44	66,56	36,96 ± 0,01	24,60 ± 0,09	23,39 ± 0,09
Urucum	13,90	60,86	39,14	41,76 ± 2,50	16,34 ± 0,88	22,71 ± 1,22
Maracujá	10,01	51,71	48,29	51,57 ± 0,70	24,91 ± 0,99	24,93 ± 1,00
Abacaxi	8,19	41,38	58,62	59,75 ± 4,51	34,90 ± 0,54	28,58 ± 0,45
Coco	24,50	25,62	74,38	76,97 ± 1,61	57,23 ± 0,86	140,21 ± 2,10

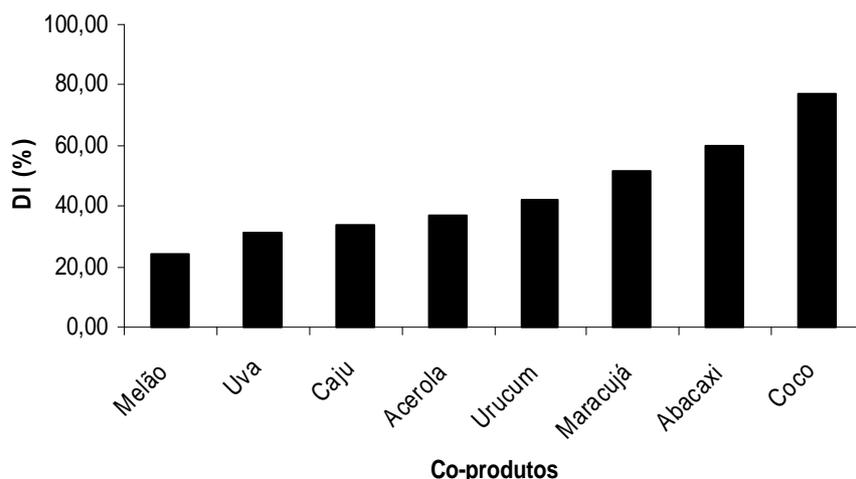


Figura 3. Digestibilidade intestinal (DI) da proteína não-degradada no rúmen (PNDR) dos coprodutos da agroindústria

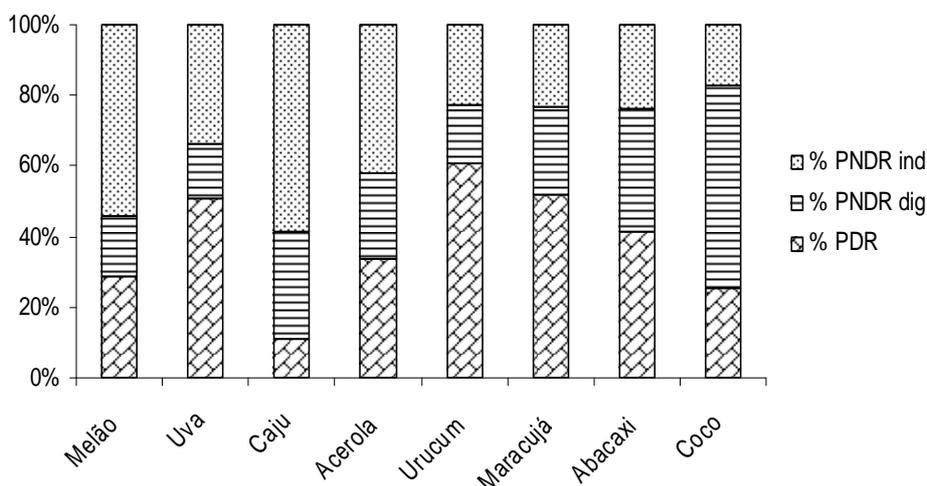


Figura 4. Proporções relativas da proteína degradada no rúmen (PDR), da proteína não-degradada no rúmen digestível (PNDR dig.) e da proteína não-degradada no rúmen indigestível (PNDR indig.) no intestino delgado dos coprodutos da agroindústria

O fornecimento de fontes proteicas ricas em PNDR é uma maneira de aumentar a proteína dietética no intestino delgado, no entanto esses resultados mostram que existem grandes diferenças na qualidade da PNDR dos alimentos. A maior variação no perfil de aminoácidos essenciais que deixam o rúmen deve-se à quantidade e à composição da PNDR nesses aminoácidos.

Com relação ao abacaxi, também foi observado significativo valor para DI e PNDRd (59,75 e 34,90%, respectivamente), o que sugere a presença de aminoácidos disponíveis para absorção no intestino.

Entre as forrageiras, juazeiro e canafístula apresentaram os mais elevados teores de PNDRd. A flor-de-seda apresentou a maior digestibilidade intestinal, entretanto houve degradação ruminal elevada. Para

os coprodutos, o coco apresentou o maior valor para digestibilidade intestinal e forneceu maior teor de PNDR. Melão e o caju apresentaram elevados teores de PNDR, porém baixos valores para digestibilidade intestinal e PNDR. Embora alguns sistemas de adequação de dietas para ruminantes considerem que a PNDR apresenta digestibilidade intestinal constante entre os alimentos, os resultados registrados neste estudo sugerem que a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen é variável.

REFERÊNCIAS

- BERAN, F.H.B.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; EZEQUIEL, J.M.B.; CORREA, R.A.; CASTRO, V.S.; SILVA, K.C.F. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica dos três estágios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.130-137, 2007. [[Links](#)].
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKS, J.T.; SOUZA, A.L.; DETMANN, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.777 -781, 2005. [[Links](#)].
- CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.5, p.1459 - 1465, 1995. [[Links](#)].
- HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R. *In situ* techniques for the estimation of protein degradability and post rumen availability. In: GIVENS, D.I.; OVEN, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, H.M. (Eds.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CAB-International, 2000, p.233-257. [[Links](#)].
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, L.F.C.E.; FONSECA, M.A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009. [[Links](#)].
- MESGARAN, M.D.; STERN, M.D. Ruminal and post-ruminal disappearance of various feeds originating from Iranian plan varieties determined by the *in situ* mobile bag technique and alternative methods. **Animal Feed Science and Technology**, v.118, n.1, p.31-46, 2005. [[Links](#)].
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070 - 2107, 1988. [[Links](#)].
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: 2001. 381p. [[Links](#)].
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; MIRANDA, L.F.; FERNANDES, A.M.; CABRAL, L.S. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana de açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1887-1893, 2000. [[Links](#)].

PEREIRA, E.S.; REGADAS FILHO, J.G.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTI, I.Y.; VILLAROEL, A.S.; PIMENTEL, P.G.; CANDIDO, M.J.D. Equações do NRC (2001) para predição do valor energético de co-produtos da agroindústria do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.258-269, 2008. [[Links](#)].

PEREIRA, E.S.; REGADAS FILHO, J.G.; FREITAS, E.; NEIVA, J.N.M.; CANDIDO, M.J.D. Valor energético de subprodutos da agroindústria brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.223, p.455-458, 2009. [[Links](#)].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p. [[Links](#)].

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net-carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal**, v.70, n.7, p.3562 - 3577, 1992. [[Links](#)].

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York, Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p. [[Links](#)].

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

Data de recebimento: 23/09/2008

Data de aprovação: 30/04/2010