

COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRITIVO DA FARINHA DE FOLHAS DE RAMI PARA ANIMAIS MONOGÁSTRICOS¹

ÂNGELA DE ALMEIDA DUARTE², VALDEMIRO CARLOS SGARBIER³ e ROMEU BENATTI JÚNIOR⁴

RESUMO - O objetivo desta pesquisa foi estudar a composição e o valor nutritivo da farinha de folhas de rami (*Boehmeria nivea*, Gaud). Utilizou-se o rato (*Ratus norvegicus*) como modelo experimental. Determinações químicas revelaram macronutrientes e minerais em excesso para o rato em crescimento, mas deficiência de metionina, fósforo e cobre. A farinha, complementada com esses nutrientes e enriquecida com vitaminas para atender às necessidades dos ratos, não promoveu o crescimento, verificando-se perda de peso dos animais. Testes pareados da farinha com uma dieta-referência revelaram que os ratos perdiam peso e morriam por rejeição à dieta e pelo estresse fisiológico causado pelos elevados teores de compostos fenólicos e componentes fibrosos. A autoclavagem não melhorou as características nutritivas da farinha nem eliminou a perda de peso e a morte dos animais. A substituição da dieta-referência até 20% por farinha de folhas não afetou o crescimento dos ratos. A partir de 25% de substituição observaram-se diferenças significativas; aos 40% de substituição verificaram-se mortes. Tratamento da dieta contendo 40% de farinha de folhas de rami com raios gama (1 Mrad) resultou em melhora significativa do valor nutritivo e na eliminação da mortalidade dos ratos.

Termos para indexação: *Boehmeria nivea*, folhas desidratadas, macronutrientes, micronutrientes, toxicidade.

COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE OF RAMIE LEAF FLOUR FOR MONOGASTRIC ANIMALS

ABSTRACT - The objective of this research was to study the composition and the nutritive value of ramie (*Boehmeria nivea*, Gaud) leaf flour. The rat (*Ratus norvegicus*) was used as experimental model. Chemical determinations showed that ramie leaf flour contained all macronutrients and minerals in excess to the need of growing rats but deficiency of methionine, phosphorus and copper. Complementation of the flour with the three limiting nutrients and vitamins, given to the rats, did not promote growth and caused body weight loss. Pair-fed tests with ramie leaf flour and a reference diet revealed that the rats lost weight and died, due to rejection of the ramie flour and the physiological stress caused by the high content of fiber and phenolic compounds. Autoclaving the ramie flour did not improve the condition and performance of the rats, compared with the unheated flour. Replacement of up to 20% of the reference diet by the complemented ramie flour did not affect the rat growth and performance. Replacements above 25% decreased growth significantly ($p \leq 0.01$) and at 40% substitution occurred death of the rats. Treating the diet with 40% substitution by ramie flour with gamma rays (1 Mrad) improved nutritional indexes significantly and eliminated the deaths of the rats.

Index terms: *Boehmeria nivea*, dehydrated leaves, macronutrients, micronutrients, toxicity.

¹ Aceito para publicação em 26 de junho de 1997.

² Eng^a Alimentos, Pós-graduanda em Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp.

³ Eng. Agr., Prof. Titular, Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Caixa Postal 139, CEP 13073-001 Campinas, SP.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas, SP.

INTRODUÇÃO

O nome rami vem de "ramish", palavra de origem malaia, dado à planta e à fibra de um vegetal pertencente à família das urtigas, sob a denominação botânica de *Boehmeria nivea*, Gaud, que se distingue de outros membros da família pela ausência de pêlos urticantes.

Foi cultivado no Brasil pela primeira vez em 1884, por agricultores radicados na colônia Grão-Pará, Santa Catarina, depois, no Espírito Santo e São Paulo, passando para o estado do Paraná, onde encontrou ótimas condições de meio que lhe permitiram superar a produtividade até mesmo dos países de origem (Barreto, 1951; Medina, 1957; Benatti Júnior, 1988). Apesar de ser cultivado quase que exclusivamente para produção de fibras, o rami foi introduzido no país como planta forrageira.

O maior produtor mundial de rami é a China, seguindo-se Brasil e Filipinas. Atualmente, o Estado do Paraná lidera a produção brasileira (IAPAR, 1976/77), destacando-se os municípios de Uraí, Assaí e Londrina. Parte da produção é consumida no país, principalmente por indústrias de tecidos e barbantes, parte é exportada para o Japão, Itália, França, Suíça e Estados Unidos, entre outros países.

O ramizal, quando explorado para fins têxteis, produz 25 t/ha/ano de folhas e ponteiros, possuindo, no estágio verde, 4% de proteína, que corresponde a 1 t/ha/ano de proteína. A proporção de folhas e ponteiros é de 50%, a de fibra bruta, 3% e a de fibra degomada, 2%.

As folhas e ponteiros são considerados subprodutos da cultura de rami, constituindo-se em alimento de baixo custo, com possibilidade de uso em rações para aves, peixes, ruminantes e alguns animais monogástricos.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a composição e o valor da farinha de folhas de rami desidratadas, para animais monogástricos, utilizando o rato (*Ratus norvegicus*) como modelo experimental.

MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de rami foram obtidas na Fazenda Experimental Santa Elisa, do Instituto Agronômico de Campinas, SP, e secadas em estufa com ventilação forçada (55°C) durante dois dias. Seguiu-se a moagem em moinho de martelo até que todo material passasse por peneira de 60 mesh.

Outro lote de material foi submetido à autoclavagem (120°C, 1 min) antes da secagem em estufa e moagem, para obtenção da farinha.

Dois lotes de farinha foram submetidos à irradiação (doses de 1 e 20 Mrad) para avaliação dos efeitos da irradiação, com raios gama (⁶⁰Co), no valor nutritivo da farinha.

A caracterização química da farinha foi feita pelas seguintes determinações: umidade, pelo procedimento nº 7008 da Association of Official Analytical Chemists (1975); proteína bruta, pelo método semimicro Kjeldahl, procedimento nº 46-12 da American Association of Cereal Chemists (1976), utilizando fator 6,25 para conversão de N em proteína total; lipídios totais, pelo método de Blich & Dyer (1959); cinzas, procedimento nº 7009 da Association of Official Analytical Chemists (1984); composição em aminoácidos, em analisador automático de troca iônica (Spackman et al., 1958), segundo método descrito por Beckman Instruments (1977); potássio, zinco e cobre, por absorção atômica (Perkin-Elmer, 1976, 1981); cálcio e magnésio segundo Association of Official Analytical Chemists (1984); fósforo e fitato pelos métodos de Kent-Jones & Amos (1967); nitrato, método de Lara et al. (1978); ácido oxálico, segundo método de Roughan & Slack (1973); compostos fenólicos totais, pelo método descrito por Swain & Hillis (1959); componentes da fibra bruta, celulose e lignina, método de Van Soest (1963) e de Van Soest & Wine (1967).

Ensaio nutricionais foram realizados utilizando a farinha de folhas de rami desidratada, sem nenhum tratamento adicional, ou autoclavada (120°C, 1 min) ou ainda tratada por raios gama em doses de 1 e 20 megarads.

Foram utilizados ratos albinos da linhagem Wistar, provenientes do biotério da Escola Paulista de Medicina, São Paulo, com 21-23 dias de idade e pesando 45-50 g, no início de cada experimento. Utilizaram-se grupos de 8 ratos por tratamento (4 machos e 4 fêmeas) e as condições do laboratório de ensaio foram mantidas constantes, temperatura de 20 ± 1°C, e ciclos de iluminação de 12 h claro e 12 h escuro. Em todos os ensaios, com exceção dos testes pareados, os animais tiveram acesso à dieta e à água *ad libitum*.

A farinha de folhas de rami continha 21% de proteína, com uma composição de aminoácidos e minerais essenciais que excedia as necessidades do rato, excetuando-se os teores de metionina, fósforo e cobre, que eram limitantes.

Utilizou-se, como referência, uma dieta semi-sintética com ingredientes purificados, contendo o mesmo teor de proteína que a farinha de rami (21% caseína), mais os seguintes nutrientes: óleo de soja, 8%; mistura mineral, 5% (Association of Official Analytical Chemists, 1975); mistura vitamínica, 2% (Nutritional Biochemicals Corporation, 1977/78); fibra (pó de celulose), 1%; mistura de carboidratos (25% sacarose/75% amido), para completar 100%. Os ensaios tiveram duração variável, dependendo da natureza e da finalidade do teste.

Para os ensaios biológicos foram aplicadas análise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey, segundo Pimentel-Gomes (1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 1 pode-se avaliar a composição centesimal aproximada e os teores de alguns elementos minerais essenciais da farinha de folhas de rami, com 8,58% de umidade. O teor de proteína (21%) a caracteriza como um produto de natureza protéica, igualando-se ao encontrado em grãos de leguminosa como o feijão. O teor de lipídios é relativamente baixo (4,1%) e o de cinzas (20,87%) bastante elevado.

Se comparada com a farinha de folhas de mandioca (Pecknick et al., 1963), o teor de cinzas (7%) é cerca de três vezes menor que a farinha de rami; o

teor de lipídios de 7,9% na mandioca é cerca de duas vezes o da farinha de rami, assim como é superior o teor de proteína das folhas de mandioca (29%) ao da farinha de folhas de rami, de 21%. Também na Tabela 1 são identificados os teores de alguns minerais essenciais, destacando-se as elevadas concentrações de cálcio, magnésio e potássio; o fósforo aparece como elemento limitante, entre os macronutrientes. A relação Ca/P que em animais superiores deve ser em torno de 2,0, na farinha de rami foi de praticamente 36. Entre os micronutrientes analisados, ferro e zinco aparecem em elevadas concentrações, enquanto que cobre se apresenta como limitante.

Squibb et al. (1954) constataram que o rami é rico em minerais, destacando-se o cálcio, enquanto Mattos (1958) verificou teores elevados em magnésio e fósforo.

O desequilíbrio entre os minerais, particularmente o excesso de cálcio em relação ao fósforo e o excesso de ferro e zinco, em relação ao cobre, poderá causar mecanismos de competição e problemas de absorção (Solomons & Jacobs, 1981; Hambidge et al., 1987).

Excesso de cálcio deverá interferir na absorção do fósforo, que já é limitante na farinha de rami; excesso de ferro poderá interferir na absorção, de cobre e de zinco.

TABELA 1. Composição centesimal aproximada e de alguns minerais presentes na farinha de folhas de rami (desidratadas).

Composto	Teor encontrado	Mineral	Teor encontrado
Água (%)	8,58	Cálcio (%)	5,74
Proteína (% N x 6,25)	21,00	Magnésio (%)	0,87
Lipídios (%)	4,10	Potássio (%)	0,93
Cinzas (%)	20,87	Fósforo (%)	0,16 ¹
Carboidrato total (diferença)	45,45	Ferro (mg/%)	34,50
		Cobre (mg/%)	0,69 ¹
		Zinco (mg/%)	3,42

¹ Quantidade limitante.

TABELA 2. Composição em aminoácidos de farinha de folhas de rami e do padrão de referência da Academia Norte-americana de Ciências (NAS).

Aminoácidos essenciais	Proteína de rami (g/100 g)	Ref. (NAS)	Aminoácidos não-essenciais	Proteína de rami (g/100 g)
Treonina	4,50	3,50	Cisteína	traços
Valina	4,59	4,80	Tirosina	1,17
Isoleucina	5,16	4,20	Arginina	5,60
Leucina	8,66	7,00	Alanina	5,97
Histidina	2,06	1,70	Glicina	5,32
Lisina	6,81	5,10	Prolina	4,78
Fenilalanina	5,82	-	Serina	4,13
Metionina	1,27 ¹	-	Ácido glutâmico	13,27
Triptofano	ND ²	1,10	Ácido aspártico	18,77
Metionina + cistina	1,27 ¹	2,60		
Fenilalanina + tirosina	6,99	7,30		

¹ Aminoácidos limitantes.

² Não-determinado.

A composição em aminoácidos da farinha de folhas de rami é mostrada na Tabela 2 e o perfil de aminoácidos essenciais é comparado com o padrão de referência da National Academy of Sciences (1980), para humanos. Exceto pelo triptofano, que não foi determinado, os aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína) aparecem como limitantes na farinha de folhas de rami, na proporção de aproximadamente 50% do padrão.

Quando utilizada na dieta como única fonte de proteína (11,7% de proteína), a farinha de rami crua e não suplementada com os aminoácidos sulfurados não promoveu o crescimento dos ratos. Em um ensaio de 28 dias, os ratos perderam para cada grama de dieta ingerida em média $0,35 \pm 0,36$ g/rato/dia; e a perda de peso no período, por grama de proteína ingerida foi, em média, de $0,53 \pm 0,94$ g/rato/dia. Esses dados permitiram concluir que a farinha de rami não deve ser usada como única fonte de proteína para animais monogástricos. Além da deficiência de aminoácidos sulfurados na proteína, a farinha de rami contém várias substâncias com propriedades antinutricionais que podem interferir na digestão e absorção de nutrientes pelos monogástricos, prejudicando seu crescimento.

A concentração relativa de algumas substâncias potencialmente tóxicas ou com ação antinutricional, presentes na folha de rami, aparece na Tabela 3. São elevadas as concentrações de compostos fenólicos e de fibra. Entre os compostos fenólicos, os principais representantes são flavonóides e taninos, que podem se complexar com proteínas, inibir enzimas do trato digestivo e exercer ação antivitaminas K, e influenciar ainda a motilidade da musculatura lisa (Monties, 1981). Os taninos têm a capacidade de

diminuir a digestibilidade da proteína, diminuir a biodisponibilidade de minerais e, em algumas circunstâncias, apresentar efeitos carcinogênicos, além de reduzir a palatabilidade da dieta, por causa da adstringência, interferindo na velocidade de crescimento (Lorenz & Wright, 1984).

Os efeitos tóxicos do tanino variam nas diferentes espécies, sendo mais severos em animais carnívoros, seguindo em suscetibilidade as aves, os herbívoros e os ruminantes (Glick & Joslyn, 1970; Tamir & Alumot, 1970). Ensaio biológico com dietas contendo taninos, para galinhas e ratos, mostraram depressão do crescimento, a partir de 1% da dieta (Kirby, 1960). Aparentemente as galinhas são mais sensíveis aos taninos que os ratos. Testes pareados mostraram que a redução na ingestão de alimentos, presumivelmente em função da má palatabilidade, são os maiores fatores de inibição do crescimento, mas não os únicos, quando animais são expostos a dietas com elevados teores de taninos (Vohra et al., 1966; Glick & Joslyn, 1970). Segundo Tamir & Alumot (1970), os taninos isolados do feijão-carob inibiram enzimas digestivas como tripsina, lipases e α -amilases. Kumar (1983) demonstrou que o complexo tanino-proteína é resistente à ação da pepsina, reduzindo, desta forma, a digestibilidade da proteína. Segundo Asquith et al. (1987), ratos e camundongos adaptaram-se aos taninos presentes na dieta, produzindo na saliva várias proteínas ricas em prolina, que possuem grande afinidade com os taninos condensados, que irão proteger a mucosa gastrointestinal dos efeitos irritantes desses compostos. Hamsters não produziram essas proteínas em resposta aos taninos, estando sujeitos à morte quando expostos à dieta contendo tais compostos. Algumas dessas proteínas encontradas na saliva de ratos e camundongos podem conter até 40% de carboidratos na molécula. Além dos compostos fenólicos, alguns componentes fibrosos como celulose e lignina (Tabela 3) se encontram também em elevada concentração na farinha de folhas de rami.

Van Soest & McQueen (1973) verificaram que as fibras alimentares influenciam o volume e o peso da excreção fecal, o tempo de trânsito intestinal, a taxa de esvaziamento do estômago e a frequência de defecação. As fibras podem reduzir a digestibilidade da proteína e afetar a absorção de minerais e de lipídios. Acton et al. (1982) estudaram o efeito da fibra alimentar sobre a digestibilidade

TABELA 3. Teores de alguns componentes tóxicos e/ou antinutricionais presentes na farinha de folhas de rami.

Componente	Teor
Compostos fenólicos totais (%)	23,60
Celulose (%)	18,36
Lignina (%)	5,13
Oxalato (%)	1,00
Fitato (mg P/%)	16,00
Nitrato (mg/%)	486,00
Nitrito (mg/%)	5,20

da caseína *in vitro* e verificaram que celulose, lignina e alguns tipos de goma diminuíram significativamente a digestibilidade.

As concentrações dos demais componentes apresentados na Tabela 3 estão dentro da faixa de concentrações encontradas em muitos alimentos consumidos tradicionalmente, permitindo concluir que não constituem fatores tóxicos importantes na farinha de folhas de rami.

Ensaio com ratos, utilizando farinha de rami crua, como única fonte de proteína (11,7% de proteína de rami) provocou a perda de peso. Por esse motivo, um segundo ensaio foi realizado comparando farinha crua e autoclavada, ambas complementadas com metionina, fósforo e cobre, os três nutrientes essenciais deficientes na farinha. Os resultados desse ensaio são mostrados, comparativamente na Tabela 4. Observou-se que a autoclavagem induziu maior consumo de dieta, conseqüentemente, de proteína. Contudo, o desempenho nutricional da dieta não melhorou, a ponto de evitar a perda de peso e a morte de todos os animais, que ocorreu num intervalo de 11-12 dias. O maior consumo de farinha autoclavada deve ter ocorrido em virtude de o tratamento térmico ter provocado maior complexação dos compostos fenólicos com as proteínas, diminuindo a adstringência, conseqüentemente, melhorando a palatabilidade (Glick & Joslyn, 1970). Se, por um lado, o tratamento térmico da farinha melhorou a palatabilidade, permitindo uma maior ingestão de

alimentos e de proteínas, a qualidade da proteína deve ter piorado em função da complexação dos taninos com as proteínas, diminuindo a digestibilidade e a utilização protéica, permitindo perda de peso ainda maior que a ocorrida com a farinha não tratada e resultando na morte dos ratos, basicamente no mesmo período.

Em virtude da elevada mortalidade dos ratos mantidos em farinha de rami complementada com metionina, fósforo e cobre, quando fornecida como única fonte de nutrientes, testes pareados foram realizados utilizando farinhas de folhas de rami, crua e autoclavada, comparando-as com a dieta-referência (DR). No teste pareado, os animais são tratados aos pares, de forma que o oferecimento de dieta para o animal em dieta-referência é feita de acordo com a ingestão verificada no dia anterior, pelo animal em dieta-teste. Os resultados dos ensaios com farinha crua e com farinha autoclavada são mostrados na Tabela 5. Pode-se notar que a ingestão de dieta e de proteína para a dieta-referência e a farinha de rami (FR) foi a mesma, tanto no primeiro, como no segundo ensaio.

Os dados são importantes por mostrarem que tanto os animais em dieta-referência como os alimentados com farinha de rami (crua e autoclavada) perderam peso e morreram num período entre 4 e 9 dias, embora os animais em dieta de rami tivessem perdido peso mais rapidamente e tido um período mais curto de sobrevivência. Novamente é interessante notar que os ratos em farinha de rami autoclavada ingeriram maior quantidade de dieta e de proteína que os alimentados com farinha crua, porém, o período de sobrevivência dos dois grupos foi idêntico, mostrando que o tratamento térmico melhora a palatabilidade e a apetência dos ratos, mas não evita a perda de peso e a morte dos animais, aparentemente por um efeito combinado de toxicidade e de inanição, provocado pela rejeição da farinha de rami.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados obtidos com a substituição (até 50%) da dieta-referência por farinha de folhas de rami, complementada com metionina, fósforo e cobre. Até 20% de substituição da dieta, pela farinha de folhas, não houve diferença significativa no ganho de peso ($p > 0,01$) em relação à dieta-referência. A partir de 25% de substituição, o ganho de peso dos animais passou a

TABELA 4. Efeito da autoclavagem sobre o valor nutritivo da farinha de rami, complementada¹ com metionina, fósforo e cobre.

Índices determinados	Farinha de rami crua	Farinha de rami autoclavada
Consumo de dieta (g/dia/rato)	1,69 ± 0,44	4,73 ± 1,47**
Consumo de proteína (g/dia/rato)	0,31 ± 0,08	1,11 ± 0,34**
Varição de peso (g/dia/rato)	-3,39 ± 0,83	-4,07 ± 0,72**
Varição de peso (g/g dieta ingerida)	-2,01 ± 0,82	-0,86 ± 0,36**
Varição de peso (g/g dieta ingerida)	-10,93 ± 2,40	-3,67 ± 1,55**
Período de sobrevivência (dias)	11,00 ± 0,82	12,17 ± 1,72

¹Complementada com base na dieta padrão para o rato.

** Diferença estatística significativa a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 5. Teste pareado em ratos jovens alimentados com dieta-referência (DR) e com farinha de rami (FR), crua ou autoclavada, ambas complementadas com metionina, fósforo e cobre, aos níveis da dieta-referência.

Índices determinados	1º ensaio		2º ensaio	
	DR	FR crua	DR	FR autoclavada
Consumo de dieta (g/dia/rato)	0,65 ± 0,32	0,67 ± 36	2,09 ± 1,00	1,95 ± 0,92
Consumo de proteína (g/dia/rato)	0,14 ± 0,06	0,14 ± 0,06	0,46 ± 0,22	0,46 ± 0,22
Varição de peso (g/dia/rato)	-2,95 ± 0,46	-4,46 ± 0,62**	-2,56 ± 0,78	-5,49 ± 1,16**
Varição de peso (g/g dieta ingerida)	-4,54 ± 1,74	-6,66 ± 2,31**	-1,23 ± 0,97	-2,81 ± 1,07**
Varição de peso (g/g proteína ingerida)	-21,07 ± 7,96	-31,86 ± 8,02**	5,59 ± 1,02	-11,93 ± 4,66**
Tempo de sobrevivência (dias)	6,00 ± 1,29	4,37 ± 0,52	9,00 ± 3,89	4,12 ± 0,83

** Difere da dieta-referência a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6. Efeitos de substituições de uma dieta-referência (DR) para ratos, por quantidades crescentes de farinha de folha de rami crua (FR)¹.

Dieta	Consumo de dieta (g/dia/rato)	Consumo de proteína (g/dia/rato)	Varição de peso (g/dia/rato)	Varição de peso (g/g dieta ingerida)	Varição de peso (g/g proteína ingerida)
DR	10,69 ± 0,60	2,33 ± 0,12	3,21 ± 0,39	0,30 ± 0,03	1,38 ± 0,16
FR 5%	10,78 ± 0,48	2,30 ± 0,09	3,06 ± 0,30	0,28 ± 0,02**	1,33 ± 0,11**
FR 10%	11,12 ± 0,93	2,37 ± 0,20	3,08 ± 0,30	0,28 ± 0,02**	1,30 ± 0,08**
FR 15%	11,17 ± 0,83	2,34 ± 0,17	3,02 ± 0,30	0,27 ± 0,02**	1,29 ± 0,07**
FR 20%	9,36 ± 0,76	1,91 ± 0,20	2,50 ± 0,37	0,27 ± 0,02**	1,31 ± 0,12**
FR 25%	11,61 ± 0,78	2,43 ± 0,17	2,85 ± 0,28	0,24 ± 0,03**	1,17 ± 0,07**
FR 30%	12,07 ± 0,71	2,73 ± 0,16	2,62 ± 0,41	0,22 ± 0,02**	0,96 ± 0,10**
FR 35%	12,01 ± 0,82	3,14 ± 0,34	1,84 ± 0,39	0,15 ± 0,02	0,59 ± 0,08
FR 40%	10,79 ± 0,82	2,54 ± 0,19	1,34 ± 0,32	0,12 ± 0,02	0,53 ± 0,11
FR 45%	9,09 ± 2,30	2,06 ± 0,52	0,46 ± 0,74	0,05 ± 0,09	0,22 ± 0,39
FR 50%	6,05 ± 1,06	1,18 ± 0,21	0,08 ± 0,45	0,01 ± 0,07	0,07 ± 0,39

¹ A FR foi complementada antes de entrar na substituição da DR com metionina, fósforo e cobre, aos mesmos níveis da DR.

** Difere da DR a 1% pelo teste de Tukey.

ser significativamente inferior ($p \leq 0,01$), e com 40% de substituição os ratos começaram a morrer, embora não tivesse sido observada perda de peso com até 50% de substituição. Os dados indicam que mesmo para animais monogástricos, como o rato, a farinha de folhas de rami crua poderá substituir uma dieta completa em até 20%, sem prejuízo aparente para os animais.

A Tabela 7 mostra os efeitos da irradiação gama (1 e 20 Mrad) sobre o desempenho dos ratos mantidos em dietas em que 40% da dieta-referência foi substituída por farinha de folhas de rami, complementada com metionina, fósforo e cobre.

Nota-se que a dosagem de 1 Mrad melhorou de maneira significativa ($p \leq 0,01$) a qualidade da dieta e o desempenho dos ratos, melhorando todos os índices nutricionais determinados e eliminando a mortalidade. Com a dose de 20 Mrad ainda se observou melhoria significativa dos índices nutricionais comparados com os da dieta-controle (DR/FR 40%), porém, o índice de mortalidade subiu de 12,5 para 25%, comparando-se a dieta-controle com a dieta-controle/20 Mrad.

A irradiação em diferentes doses tem sido usada e demonstrados efeitos positivos na qualidade nutricional de vários tipos de alimentos, para diver-

TABELA 7. Efeito da irradiação gama (1 e 20 Mrad) sobre o valor nutritivo da dieta-referência (DR) para rato, substituída em 40% por farinha de rami (FR)¹.

Índices determinados	Dieta controle (DR + 40% FR)	Dieta controle (1 Mrad)	Dieta controle (20 Mrad)
Consumo de dieta (g/dia/rato)	9,61 ± 0,89	13,37 ± 1,07**	11,87 ± 1,36**
Consumo de proteína (g/dia/rato)	1,98 ± 0,19	2,80 ± 0,23**	2,40 ± 0,27**
Varição de peso (g/dia/rato)	0,44 ± 0,23	1,47 ± 0,39**	1,10 ± 0,56**
Varição de peso (g/g dieta ingerida)	0,05 ± 0,02	0,11 ± 0,33**	0,09 ± 0,04
Varição de peso (g/g proteína ingerida)	0,22 ± 0,12	0,53 ± 0,16**	0,45 ± 0,20**
Letalidade (%)	12,5	0,0	25,0

¹ Complementada com metionina, fósforo e cobre, aos mesmos níveis da dieta-referência.

** Difere do controle a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

sas espécies animais (Hickman et al., 1964; Neme et al., 1975; Muhammad et al., 1980).

CONCLUSÕES

1. A farinha de folhas desidratadas de rami (21% proteína) não promove crescimento e causa perda de peso e morte dos ratos.

2. A autoclavagem das folhas não melhora os índices nutricionais da farinha nem elimina a mortalidade dos ratos.

3. Dietas com até 20% de farinha de folhas de rami, complementada com metionina, fósforo e cobre não interferem significativamente no crescimento dos ratos.

4. Aos 40% de substituição da dieta-referência pela farinha de folhas de rami, ocorrem mortes de animais.

5. Irradiação de dieta com 40% de farinha de folhas de rami, com 1 Mrad, melhora significativamente os índices nutricionais, em relação à mesma dieta não irradiada.

6. A farinha de folhas de rami é uma excelente fonte de cálcio, magnésio, potássio, ferro e zinco, porém, deficiente em fósforo e cobre.

REFERÊNCIAS

ACTON, J.C.; BREYER, L.; SATTERLEE, L.D. Effect of dietary fiber constituents on the *in vitro* digestibility of casein. *Journal of Food Science*, v.47, p.556-558, 1982.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved methods of the AACC*. St. Paul, 1976.

ASQUITH, T.N.; UHLIG, J.; MEHANSHO, H.; PUTMAN, L.; CARLSON, D.M.; BUTLER, L. Binding of condensed tannins to salivary proline-rich glycoproteins: the role of carbohydrate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.35, p.331-334, 1987.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (Washington, DC). *Official methods of analysis*. 12.ed. Washington, DC, 1975. 975p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (Washington, DC). *Official methods of analysis*. 14.ed. Washington, DC, 1984. 1112p.

BARRETO, V.P. *Cultura de rami*. 2.ed. São Paulo: Ed. Chácaras e Quintais, 1951. 56p.

BECKMAN INSTRUMENTS, INC. *Beckman 118/119 CL amino acid analyzer instruction manual*. Palo Alto, 1977.

BENATTI JÚNIOR, R. *Rami: planta têxtil e forrageira*. São Paulo: Nobel, 1988. 88p.

BLIGH, E.C.; DYER, W.J. A rapid method of lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v.37, p.991-997, 1959.

GLICK, A.; JOSLYN, M.A. Food intake depression and other metabolic effects of tannic acid in rats. *Journal of Nutrition*, v.100, p.509-515, 1970.

HAMBIDGE, K.M.; KREBS, N.F.; SIBLEY, L.; ENGLISH, J. Acute effects of iron therapy on zinc status during pregnancy. *Obstetrics and Gynecology*, v.70, p.593-596, 1987.

- HICKMAN, J.R.; McLEAN, D.L.A.; LEY, F.J. Rat feeding studies on wheat treated with gamma irradiation. I. Reproduction. *Food and Cosmetics Toxicology*, v.2, p.15-20, 1964.
- IAPAR. Relatório técnico anual. Londrina, 1976/1977. 194p.
- KENT-JONES, D.W.; AMOS, A.J. *Modern Cereal Chemistry*. Great Britain: Food Trade Press Ltd., 1967. 374p.
- KIRBY, K.L.S. Induction of tumors by tannins extracts. *British Journal of Cancer*, v.14, p.147-149, 1960.
- KUMAR, R. Chemical and biochemical nature of fodder tree leaf tannins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.31, p.1364-1366, 1983.
- LARA, W.H.; TAKAHASHI, M.Y.; SILVEIRA, N. Determinação de nitritos e nitratos em conservas de carne. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v.38, p.161-166, 1978.
- LORENZ, K.; WRIGHT, B. Phytate and tannin of amaranth. *Food Chemistry*, v.14, p.27-30, 1984.
- MATTOS, C.A.C. Alimentação suplementar de rami na criação de coelhos e cobaias. *O Biológico*, v.24, p.179-182, 1958.
- MEDINA, J.C. O rami como planta forrageira. *O agrônomo*, v.9, p.11-12, 1957.
- MONTIES, B. Les antinutricionales. IN: PROTÉINES foliaires et alimentation. Paris: Ed. Costes, 1981. p.93-120.
- MUHAMMAD, S.J.; PUBOLS, M.H.; MCGINNIS, J. Effect of gamma irradiation on physicochemical properties of rye. *Poultry Science*, v.59, p.253-257, 1980.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Recommended Dietary Allowances*. Washington, DC, 1980. 185p.
- NEME, S.P.; VAKIL, U.K.; SREENIVASAN, A. Effect of gamma radiation on physicochemical characteristics of red gram (*Cajanus cajan*) starch. *Journal of Food Science*, v.40, p.943-947, 1975.
- NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION. *Diet Catalog*. Cleveland, Ohio, 1977/78. p.18-24.
- PECKNICK, E.; GUIMARÃES, L.S.; PANEK, A. Avaliação das folhas de mandioca para nutrição humana. *Arquivos Brasileiros de Nutrição*, v.18, p.11-23, 1963.
- PERKIN-ELMER. *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry*. Connecticut, 1976. 120p.
- PERKIN-ELMER. *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry using the HGA graphite furnace*. Connecticut, 1981. 137p.
- PIMENTEL-GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 12.ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467p.
- ROUGHAN, P.G.; SLACK, C.R. Simple method for routine screening of tropical grasses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.24, p.803-811, 1973.
- SOLOMONS, N.W.; JACOBS, R.A. Studies on the bioavailability of zinc in man. Effects of heme and non-heme iron on absorption of zinc. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.34, p.475-482, 1981.
- SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Analytical Chemistry*, v.30, p.1190-1197, 1958.
- SQUIBB, R.L.; MENDEZ, J.; GUZMAN, M.A.; SCRIMSHAW, N.S. Ramie - a high protein forage crop for tropical areas. *Journal of British Grassland Society*, v.9, p.313-322, 1954.
- SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.10, p.63-67, 1959.
- TAMIR, M.; ALUMOT, A. Carob tannins - growth depression and levels of insoluble nitrogen in the digestive tract of rats. *Journal of Nutrition*, v.100, p.573-575, 1970.
- VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *Journal of the Association of Official American Chemists*, v.46, p.829, 1963.
- VAN SOEST, P.J.; McQUEEN, R.W. The chemistry and estimation of fiber. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.32, p.123-130, 1973.
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-walls constituents. *Journal of the Association of Official American Chemists*, v.50, p.50-55, 1967.
- VOHRA, P.; KRATZER, F.H.; JOSLYN, M.A. The growth depressing and toxic effects of tannins to chicks. *Poultry Science*, v.45, p.135, 1966.