

Avaliação da qualidade protéica da folha desidratada de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

Evaluation of protein quality of dehydrated cassava leaf (Manihot esculenta Crantz)

ABSTRACT

ORTEGA-FLORES, C.I.; COSTA, M.A.L.; CEREDA, M.P.; PENTEADO, M.V.C. Evaluation of protein quality of dehydrated cassava leaf (*Manihot esculenta* Crantz). *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP. v.25, p. 47-59, jun., 2003.

With the purpose of determining the proteic quality of dehydrated cassava leaf (Manihot esculenta Crantz) a biological test was carried out during 25 days with 8 treatments on 8 animals per treatment. At the end of the experiment all animals were killed and the carcasses and the excrement were analyzed. The animals' food intake and weight were controlled. By means of the biological indicators: protein efficiency ratio (PER), food efficiency ratio (FER), net protein ratio (NPR), true digestibility (TD), net protein utilization (NPU) and biological value (BV) it was verified that the leaf's proteic quality was lower than that of casein. Chemical analyses showed that dehydrated cassava leaf presents a good amino acid profile and high fiber chemical content.

Keywords: protein, amino acid; fiber; cassava leaves

CLAUDIA ISABEL ORTEGA-FLORES¹; MARIA APARECIDA LOPES DA COSTA²; MARNEY PASCOLI CEREDA; MARILENE DE VUONO CAMARGO PENTEADO³

¹Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/FCF/USP
Parte da tese de doutorado:

Caracterização química e avaliação da biodisponibilidade do β -caroteno e da proteína da folha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) desidratada, 1998.

Endereço para correspondência:

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/FCF/USP
Av. Prof. Lineu Prestes, 580 – Bloco 14
CEP 05508-900
São Paulo, SP - Brasil
e-mail: devuono@usp.br

Agradecimentos:

Ao CNPq - Conselho Nacional de Pesquisas, pelo apoio financeiro

RESUMEN

Con el objetivo de verificar la calidad proteica de la hoja deshidratada de yuca (Manihot esculenta Crantz) fue realizado un ensayo biológico, de 25 días con 8 tratamientos y 8 animales cada uno. Al final del experimento todos los animales fueron sacrificados y las carcasas y las heces analizadas. Se controló el consumo de alimento y el peso de los animales. Se verificó, a través de los índices biológicos, coeficiente de eficacia proteica (CEP), coeficiente de eficacia alimentar (CEA), razón proteica neta (NPR), coeficiente de digestibilidad verdadera (CDv), utilización neta de la proteína (NPU) y el valor biológico (VB) que la calidad proteica de la hoja fue inferior a la de caseína. Los análisis químicos mostraron que la hoja deshidratada de yuca presenta buen perfil de aminoácidos y elevado contenido de fibra.

**Palabras clave: proteína;
aminoácidos; fibra;
hoja de yuca**

RESUMO

Com o objetivo de verificar a qualidade protéica da folha desidratada de mandioca (Manihot esculenta Crantz) foi realizado um ensaio biológico, de 25 dias com 8 tratamentos e 8 animais cada um. Ao final do experimento todos os animais foram sacrificados e as carcaças e as fezes analisadas. O consumo de alimento e o peso dos animais foram controlados. Foi verificado através dos índices biológicos, coeficiente de eficácia protéica (CEP), coeficiente de eficácia alimentar (CEA), razão protéica líquida (NPR), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDv), utilização da proteína líquida verdadeira (NPU) e valor biológico (VB) que a qualidade protéica da folha foi inferior à caseína.. As análises químicas mostraram que a folha desidratada de mandioca apresenta bom perfil de aminoácidos e elevado teor de fibra.

**Palavras-chave: proteína;
aminoácidos; fibra;
folhas de mandioca**

INTRODUÇÃO

O uso da proteína extraída de folhas para alimentação humana ou para alimentação animal tem se tornado uma alternativa, já que esta é uma fonte de proteína muito abundante, aliada ao fato da existência de uma grande variedade de culturas de folhas apresentando algumas delas um adequado valor nutritivo (CARVALHO e KATO, 1987).

A riqueza em proteínas da parte aérea da mandioca tem sido constatada em diversos trabalhos (CARVALHO *et al.*, 1985, 1986, 1993; RAVINDRAN e RAVINDRAN, 1988; RAVINDRAN, 1993; AWOYINKA *et al.*, 1995). Na literatura podemos observar que a proteína da parte aérea da mandioca especialmente da folha, apresenta deficiência em alguns aminoácidos sulfurados principalmente em metionina (TUPYNAMBÁ e VIEIRA, 1979; GÓMEZ *et al.*, 1986; GÓMEZ e NOMA, 1985; JESUS *et al.*, 1987; RAVINDRAN e RAVINDRAN, 1988). A deficiência nestes aminoácidos faz com que a proteína apresente baixo valor biológico (EGGUM, 1970; SALGADO e SANTOS, 1986).

A folha de mandioca apresenta elevado teor de fibra podendo ser este um fator limitante na utilização da mesma já que as fibras podem apresentar efeitos que não são desejáveis principalmente na digestão, absorção e utilização de nutrientes essenciais. Estudo realizado por AWOYINKA *et al.* (1995), onde foram analisadas folhas de três variedades de mandioca, mostrou que os teores de fibra variam de 26,9 a 35, 5% em peso seco, teores estes considerados elevados.

O presente trabalho tem como objetivo determinar a qualidade da proteína da folha desidratada de mandioca e observar se o teor de fibra da folha tem alguma influência sobre a qualidade da mesma.

MATERIAL E MÉTODOS

Folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) CV Branca de Santa Catarina, foram obtidas do Centro de Raízes Tropicais (CERAT) da UNESP *campus* de Botucatu, na safra de 1997.

As amostras foram colhidas manualmente, com os ramos da planta toda, depois destacadas junto com os pecíolos sem qualquer classificação e submetidas a desidratação à sombra (25°C) durante duas semanas. A seguir as amostras foram homogeneizadas e tamizadas no tamiz com malha de 0,5mm.

Foram utilizados ratos da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus*, var. albinus, Rodentia mammalia), provenientes da colônia do biotério da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As rações para o ensaio biológico foram elaboradas segundo as recomendações do "American Institute of Nutrition" (AIN-93G) (REEVES, *et al.*, 1993).

As rações foram elaboradas com 10% de proteína baseada nas recomendações FAO/WHO, (1991).

Os ingredientes das rações foram misturados em homogeneizador de aço inoxidável. Após a mistura as rações foram armazenadas em sacos plásticos, fechados e mantidos a 4°C, no escuro. Uma pequena quantidade foi retirada para a análise química das rações.

Foram utilizados ratos machos, recém-desmamados com pesos variando entre 45 e 50g. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais, com livre acesso a água e ração. O consumo de alimento foi controlado diariamente e o peso dos animais uma vez por semana. O período do ensaio foi de 25 dias e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 8 tratamentos de 8 animais cada um (Tabela 1).

Tabela 1 Grupos de animais utilizados durante período experimental

Nº	Grupo
1	Zero
2	Aprotéico
3	Folha de mandioca 10% de proteína
4	Grupo caseína 10% de proteína mais 23% de fibra
5	Folha de mandioca 5% de proteína mais 5% de caseína
6	Caseína 10% mais 11% de fibra
7	Folha de mandioca 2,5% mais caseína 7,5%
8	Caseína 10% mais 5% de fibra

O grupo zero foi sacrificado no início do experimento para análise de carcaça. Ao final do período experimental (25 dias), todos os animais foram sacrificados por inalação com éter etílico, e suas carcaças foram pesadas e secas em estufa a 80°C, desengorduradas e pulverizadas em moinho de aço inoxidável e conservadas em sacos de polietileno sendo mantidas à temperatura ambiente até a análise. O grupo aprotéico foi sacrificado com 15 dias.

Durante todo o experimento as fezes dos animais foram colhidas a cada dois dias, e armazenadas em frascos de vidro individuais à temperatura ambiente. Ao final do experimento a umidade foi retirada a 60°C em estufa ventilada durante 3 dias. Após a secagem as fezes foram limpas, pesadas e pulverizadas em moinho de aço inoxidável e conservadas em sacos de polietileno sendo mantidas à temperatura ambiente até a análise.

ANÁLISES QUÍMICAS

As análises de nitrogênio foram feitas segundo a AOAC (1995), empregando-se o fator 6,25 para a transformação do nitrogênio em proteína. A umidade, resíduo mineral fixo e extrato etéreo foram analisados segundo IAL (1985). As fibras foram analisadas pelo método gravimétrico enzimático descrito por PROSKY (1988) e modificado por FILISETTI-COZZI e LAJOLO (1991). A determinação dos aminoácidos foi realizada segundo SPACKMAN *et al.* (1958) e MOORE (1963). Os aminoácidos foram analisados em autoanalisador Beckman modelo 7300 operando com coluna de troca iônica única ("Sodium High Performance Column") e sistema de três tampões citrato como eluentes.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para a análise múltipla das variáveis que equivale a ANOVA (One-Way Analysis of variance) não paramétrico.

Quando se verificaram diferenças estatisticamente significativas foi aplicado o teste Mann Whitney. Todas as análises foram realizadas com nível de significância de 5% ($p < 0,05$) (CONOVER, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 podemos comparar os resultados dos aminogramas das folhas de mandioca com o padrão FAO/WHO/UNU (1985) para pré-escolares de 2-5 anos, e seu respectivo cômputo químico, mostrando que a folha de mandioca não é deficiente em nenhum dos aminoácidos essenciais. Isto, estaria em desacordo com o encontrado na literatura onde é citado que a folha de mandioca é deficiente em aminoácidos sulfurados (EGGUM, 1970; YEOH e CHEW, 1976; TUPYNAMBÁ *et al.*, 1979; FAO/WHO/UNU, 1985; GÓMEZ, *et al.*, 1985, 1986; SALGADO e SANTOS, 1986; RAVINDRAN e RAVINDRAN, 1988; CASTELLANOS *et al.*, 1994; PELUZIO *et al.*, 1998).

Todos os trabalhos citados anteriormente comparam a proteína da folha de mandioca com a referência da FAO/WHO de 1973. Os trabalhos mais recentes tomam esta proteína como padrão de referência, no entanto, neste trabalho foram utilizados como referência a proteína da FAO/WHO para pré-escolares de 2 a 5 anos de 1985, que está sendo recomendada como a referência pelos consultores da FAO/WHO, 1991. Se comparamos o perfil de aminoácidos das folhas de mandioca estudadas pelos referidos autores com a proteína padrão da FAO/WHO/UNU, 1985 para pré-escolares de 2 a 5 anos, observamos que na maioria dos casos o perfil de aminoácidos estaria dentro dos níveis aceitos.

Na Tabela 2 podemos observar que em relação ao cômputo químico todos os aminoácidos ficaram acima de 100%, no entanto, o aminoácido que apresentou o menor cômputo químico foi a lisina seguido da histidina.

BOKANGA (1994), cita dados de aminoácidos da folha de mandioca encontrados por West et al. mostrando uma melhor composição de aminoácidos essenciais que o padrão da FAO/WHO (1973). Estes resultados estão de acordo com os encontrados neste estudo.

O perfil de aminoácidos no entanto, não nos mostra a qualidade de uma proteína tendo que ser levada em consideração a digestibilidade da proteína e a biodisponibilidade dos aminoácidos na mesma.

Nos últimos anos está sendo recomendado pelo FDA (Food and Drug Administration) a utilização do PDCAAS (“Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scoring”) pois, este método está baseado na recomendação de aminoácidos para humanos o que nos proporcionaria resultados mais reais (HENLEY e KUSTER, 1994). Assim, na Tabela 2 encontramos o Cômputo Químico corrigido ou PDCAAS calculado a partir do escore químico de aminoácidos e a digestibilidade de 54,76% da folha desidratada de mandioca obtido no ensaio biológico. Como vemos nesta Tabela o PDCAAS foi de 0,60, valor considerado baixo, já que para que uma proteína seja considerada de boa qualidade deve ter um PDCAAS de 1,0.

O reduzido valor do PDCAAS da folha de mandioca (60%) se deve fundamentalmente a baixa digestibilidade da mesma (54,76%), já que como foi visto na Tabela 2 as concentrações dos aminoácidos essenciais atingem os valores recomendados pela FAO/WHO (1985).

Tabela 2 Teores de aminoácidos essenciais, Cômputo Químico (C.Q.) e Cômputo Químico corrigido PDCAAS (“Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scoring”) da proteína da folha desidratada de mandioca

Aminoácidos	Proteína Padrão FAO/WHO* pré-escolares 2-5 anos mg/g de proteína	Folha desidratada de mandioca mg/g de proteína	C.Q. %	C.Q. Corrigido (PDCAAS)
Histidina	19	22,30	117,37	0,64
Isoleucina	28	50,40	180,00	0,99
Leucina	66	91,10	138,03	0,76
Lisina	58	63,50	109,48	0,60
Metionina + Cistina	25	48,20	192,80	1,06
Fenilalanina + Tirosina	63	88,40	140,31	0,77
Treonina	34	48,40	142,35	0,78
Valina	35	64,20	183,43	1,00

*FAO/WHO(1985)

A Organização Mundial da Saúde (FAO/WHO/UNU, 1985) considera uma proteína de boa qualidade, aquela que apresenta uma relação aminoácidos essenciais/aminoácidos

totais de 35%. Para a folha de mandioca desidratada essa relação foi de 42%. Ainda que esta relação para folha de mandioca desidratada seja superior à relação recomendada pela OMS (35%), a reduzida digestibilidade das mesmas não permite uma utilização adequada desta proteína.

Como podemos observar na Tabela 3 o conteúdo de proteína da folha desidratada de mandioca foi de 20,77%. Estes resultados estão de acordo aos encontrados na literatura, citados por VITTI *et al.*, 1972; FIGUEIREDO e REGO, 1973; GÓMEZ *et al.*, 1985, GÓMEZ e NOMA, 1986; CARVALHO *et al.*, 1993 e menores que os encontrados por VILHENA *et al.*, (1996) de 29 a 31%, FAFUNSO e OKE (1976) (44 a 46%) e YEOH e CHEW (1976) (29 a 39%).

A folha de mandioca do cultivar Branca de Santa Catarina (Tabela 3), apresentou teores de fibra elevados que estão de acordo com dados de EGGUM (1970), ALMEIDA *et al.* (1991) e AWOYINKA *et al.* (1995).

Para este estudo foram utilizadas rações com níveis protéicos ao redor de 10% e tomou-se como referência a caseína. A composição centesimal das rações estão apresentadas na Tabela 4.

Devido ao baixo teor de proteína (20,77%) da folha de mandioca (Tabela 3) foi empregada uma quantidade elevada da mesma para obtenção de ração com 10% de proteína. Como a folha de mandioca apresenta elevado teor de fibra (48,35%) (Tabela 3) foi necessário organizar grupos controles com caseína com a mesma quantidade de fibra (celulose) empregada nas rações elaboradas com folha de mandioca. Desta maneira, foi possível fazer uma melhor comparação entre os grupos e verificar a possibilidade da fibra interferir em alguns dos parâmetros analisados.

Como pode ser observado na Tabela 4, a ração elaborada com folha de mandioca teve um teor elevado de resíduo mineral fixo, quando comparado com as outras rações, isto é devido a grande quantidade de folha de mandioca utilizada, que contém um elevado resíduo mineral fixo como pode ser verificado na Tabela 3 que, junto com a mistura mineral contribuiu a aumentar este valor.

Para realização deste experimento, foram utilizados animais cujas médias de peso não diferiram entre si em 0,05g. O acompanhamento do ganho de peso dos animais foi feito uma vez por semana sendo o grupo aprotéico sacrificado aos 15 dias.

O grupo que recebeu como fonte de proteína folha de mandioca não acompanhou o crescimento dos demais grupos sendo esta diferença estatisticamente significativa como pode ser observado na Tabela 5. Na referida Tabela podemos verificar também que o ganho do peso dos ratos nos grupos que continham folha de mandioca aumentou conforme se aumentou os teores de caseína nos mesmos. A fibra interferiu pouco no ganho de peso dos animais nos grupos que continham somente caseína, não havendo diferenças estatisticamente significativas (Tabela 5).

Tabela 3 Composição centesimal da folha desidratada de mandioca, expressa em g/100g

Determinações	Folha desidratada de mandioca*
Umidade	7,15 ± 0,07
Resíduo mineral fixo	6,84 ± 0,07
Proteína	20,77 ± 0,14
Extrato etéreo	6,83 ± 0,12
Fibra insolúvel	45,11± 2,26
Fibra solúvel	3,24± 0,16
Fibra total	48,35
Carboidratos totais	10,06

* Médias de 3 determinações ± desvio-padrão

Tabela 4 Composição centesimal das rações preparadas para verificação do valor biológico da proteína da folha desidratada de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), expressa em g/100g

Determinação Ração	Umidade	Resíduo Mineral Fixo	Proteína	Extrato Etéreo	Fibra Total	Carboidratos Totais
Aprotéica	8,75	1,98	0,17	6,84	5,01	77,25
	± 0,00	± 0,02	± 0,00	± 0,20		
Folha de Mandioca 10%	7,62	5,17	10,58	6,95	22,93	46,75
	± 0,06	± 0,02	± 0,00	± 0,12		
Caseína 10% + Fibra 23%	7,04	2,27	11,09	6,90	22,17	50,53
	± 0,05	± 0,04	± 0,02	± 0,09		
Folha de Mandioca 5%	8,32	3,65	10,92	7,00	10,89	59,22
+ Caseína 5%	± 0,08	± 0,01	± 0,00	± 0,00		
Caseína10% + Fibra11%	8,04	2,30	11,06	7,24	10,76	60,60
	± 0,00	± 0,06	± 0,00	± 0,06		
Folha de Mandioca 2,5%	8,60	2,98	10,69	6,96	5,55	65,22
+ Caseína 7,5%	± 0,00	± 0,03	± 0,06	± 0,00		
Caseína 10% + Fibra 5%	8,99	2,32	11,19	7,13	5,71	64,66
	± 0,03	± 0,02	± 0,05	± 0,14		

Fibra = Celulose.

Média de 3 determinações ± desvio-padrão

Tabela 5 Médias e desvios-padrão do ganho de peso, consumo de ração, consumo de proteína pelos animais expressos em gramas, coeficiente de eficácia protéica (CEP), coeficiente de eficácia alimentar (CEA), razão protéica líquida (NPR), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDv), utilização da proteína líquida verdadeira (NPUv) e valor biológico (VB), durante o ensaio de valor biológico da proteína da folha de mandioca

Grupos	Ganho de Peso (g)	Consumo de Ração (g)	Consumo de Proteína (g)	CEP	CEA	NPR **	CDv %	NPUv	VB
Aprotéico*	-6,14	78,13							
	±1,22	±13,74							
Folha de Mandioca 10%	38,58	293,12	30,96	1,25	0,13	1,80	54,76	9,71	18,31
	±7,64	±17,47	±1,84	±0,23	±0,02	±0,27	±3,95	±7,6	±14,02
Caseína 10% + Fibra 23%	112,52	409,23	45,27	2,44	0,27	3,26	90,90	51,76	56,09
	±31,67	±55,84	±6,18	±0,44	±0,05	±0,20	±0,89	±14,10	±15,11
Folha de Mandioca	104,34	399,90	43,74	2,39	0,26	3,25	69,17	47,04	66,74
5% + Caseína 5%	±15,88	±37,22	±4,07	±0,31	±0,03	±0,15	±3,52	±7,67	±11,76
Caseína 10% + Fibra 11%	124,67	386,08	42,71	2,92	0,32	3,63	92,04	63,53	68,04
	±15,01	±34,18	±3,78	±0,29	±0,03	±0,62	±1,30	±12,75	±13,89
Folha de Mandioca	121,29	384,10	41,05	2,95	0,32	3,83	80,65	69,10	83,98
2,5%+Caseína 7,5%*	±12,22	±26,32	±2,81	±0,16	±0,02	±0,16	±0,98	±9,68	±11,29
Caseína 10% + Fibra 5%	121,29	375,93	42,06	2,87	0,32	3,77	93,29	71,16	75,11
	±17,05	±23,34	±2,61	±0,28	±0,03	± 0,23	±0,74	±14,60	±15,03

*Médias de 7 ratos

Médias de 8 ratos

**Duração 15 dias.

Podemos observar também na Tabela 5 que quase todos os grupos consumiram a mesma quantidade de ração com exceção do grupo aprotéico e folha de mandioca 10% sendo estas diferenças estatisticamente significativas; provavelmente devido ao fato da dieta ser desbalanceada os ratos se recusaram a ingeri-la. Observamos também que quanto menor o teor de folhas maior a aceitabilidade das rações pelos ratos. O mesmo foi relatado por ROSAS-ROMERO e BARATTA (1987), que observaram que os ratos recusavam-se a se alimentar acreditando que o concentrado protéico feito a partir de folhas de mandioca era impalatável.

Pode-se verificar que o coeficiente de eficácia protéica (CEP), coeficiente de eficácia alimentar (CEA), razão protéica líquida (NPR), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDv), utilização da proteína líquida verdadeira (NPUv) e valor biológico (VB) (Tabela 4) foram menores para o grupo que recebeu folha de mandioca 10% que para o restante dos

grupos, sendo estas diferenças estatisticamente significativas. Na mesma Tabela 4 observamos que estes índices foram aumentando conforme o aumento de caseína nos grupos que receberam folha de mandioca.

HEINEMANN *et al.* (1998) estudaram a qualidade protéica de misturas feitas à base de farinha de trigo e concentrado protéico de folha de mandioca e observaram que a digestibilidade decrescia com o aumento da adição de concentrado de folhas de mandioca resultados estes que estão de acordo com os nossos dados.

Entre os grupos de caseína podemos observar (Tabela 5) que o grupo que recebeu a ração que continha maior teor de fibra foi o que obteve o menor CEP e CEA, NPR, CDv, NPUv e VB sendo esta diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos de animais que receberam rações com caseína, mostrando que a fibra teve influência nestes parâmetros.

VILHENA *et al.* (1996) num estudo sobre o efeito da extrusão sobre o valor nutricional da folha de mandioca encontraram valores de CEP para os animais alimentados com rações a base de extrusados de folha de mandioca próximos aos encontrados neste trabalho. Os autores também encontraram valores de CEA e NPR, CD menores para os grupos de extrusados de folha de mandioca comparados com os grupos de caseína, resultados que estão de acordo com os encontrados no nosso estudo. Os autores verificaram nesse estudo que a adição de metionina aumentou os valores do CEP e CEA para os extrusados.

SALGADO e SANTOS (1986), encontraram valores de CEP negativos utilizando rações de folha de mandioca e concentrados protéicos da mesma para ratos. Estes últimos autores também observaram que a adição de lisina e metionina melhorou os resultados mais do que o acréscimo de metionina sozinha. Isto estaria de acordo com o encontrado neste estudo onde a lisina foi o aminoácido limitante e não a metionina (Tabela 1) e, portanto, a adição de lisina melhoraria os resultados do valor biológico da proteína de folha de mandioca.

BOAVENTURA *et al.* (2000) adicionaram pó de folha de mandioca a uma ração elaborada de acordo a dieta consumida por crianças desnutridas do município de Quissamã, Rio de Janeiro e concluíram que adição não causou impacto sobre a qualidade da ração, não tendo melhorado sua capacidade de recuperar a desnutrição. Os pesquisadores ressaltam a importância de mais estudos para justificar o uso na alimentação humana destes alimentos não convencionais.

O baixo valor da digestibilidade para o grupo que continha somente folha de mandioca como fonte de proteína podem estar relacionados ao elevado conteúdo de fibra da folha de mandioca. Como verificamos, a adição de fibra nos grupos de caseína parece ter tido influência na digestibilidade da mesma no grupo que continha maior teor de fibra (23%), pois a diferença entre este grupo e os demais de caseína foram estatisticamente significativas.

O grupo de ratos que recebeu 50% de folha de mandioca como fonte de proteína apresentam diferenças estatisticamente significativas em relação a seu controle nos seguintes índices testados CEA, CEP, CDv, NPUv e NPR. No entanto, os valores encontrados para estes índices neste grupo foram marcadamente melhores que os índices apresentados no grupo de ratos que consumiram 100% de folha de mandioca como fonte de proteína. Assim, a folha de mandioca poderia ser empregada em porcentagens menores de 50%, ou seja, o limite de utilização de folha de mandioca numa mistura protéica seria de 50%. Porcentagens maiores poderiam comprometer o valor protéico da mistura.

CONCLUSÕES

As folhas desidratadas de mandioca do cultivar Branca de Santa Catarina apresentaram um bom perfil de aminoácidos, e um Cômputo Químico acima de 1; no entanto, quando corrigido pela digestibilidade da proteína da folha de mandioca o Cômputo Químico diminuiu para 0,60, valor considerado baixo. O aminoácido limitante na proteína da folha de mandioca desidratada foi a lisina seguido pela histidina.

A folha de mandioca apresentou no ensaio biológico, uma qualidade protéica inferior à caseína, em relação aos índices testados, isto pode ser devido aos elevados teores de fibra que interferiram na digestibilidade da mesma e no seu valor biológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ALMEIDA, E.X.; TERNES, M.; AGOSTINI, I. Aproveitamento da parte aérea da mandioca visando a alimentação de bovinos em Santa Catarina. *Rev. Bras. Mandioca*, Cruz das Almas, v. 10, n. 1-2, p. 15-25, 1991.
- AOAC ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed., Washington D.C., 1995 (Method 967.22). p. 17.
- AWOYINKA, A.F.; ABEGUNDE, V.O.; ADEWUSI, S.R.A. Nutrient content of young cassava leaves and assessment of their acceptance as a green vegetable in Nigeria. *Plant Foods Hum. Nutr.*, Dordrecht v. 47, p.21-28, 1995.
- BOAVENTURA, G.T.; CHAPPIN, C.C.J.; ASSIS FERNANDES, N.G.; OLIVEIRA, E.M. A avaliação da qualidade protéica de uma dieta estabelecida em Quissamã, Rio de Janeiro, adicionada ou não de multimistura e de pó de folha de mandioca. *Rev. Nutr.*, Campinas v. 13, n. 3, p. 201-209, 2000.
- BOKANGA, M. Processing of cassava leaves for human consumption. *Acta Horticult.*, The Hague, v. 375, p. 203-207, 1994.
- CARVALHO, V.D.; CHAGAS, S.J.R.; BOTREL, N.; JUSTE, E.S.G. Teor de proteína na parte aérea de cultivares de mandioca em diferentes épocas de colheita. *Rev. Bras. Mandioca*, Cruz das Almas, v. 12, n. 1-2, p.13-20, 1993.

- CARVALHO, V.D.; KATO, M.S.A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, v.13, n. 145, p. 23-28, 1987.
- CARVALHO, V.D.; PAULA, M.B.; JUSTE, E.S.G. Efeito da época de colheita no rendimento e composição química de fenos da parte aérea de dez cultivares de mandioca. *Rev. Bras. Mandioca.*, Cruz das Almas, v. 4, n. 1, p. 43-59, 1985.
- CARVALHO, V.D.; PAULA, M.B.; JUSTE, E.S.G.; KATO, M.S.A. Características nutritivas de fenos do terço superior e das folhas de cultivares de mandioca. *Rev. Bras. Mandioca.*, Cruz das Almas, v. 5, n. 1, p. 63-70, 1986.
- CASTELLANOS, R.; ALTAMIRANO, S.B.; MORETTI, R.H. Nutritional characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf protein concentrates obtained by ultrafiltration and acidic thermocoagulation. *Plant Foods Hum. Nutr.*, Dordrecht, n. 45, p. 357-363, 1994.
- CONOVER, W.J. *Practical non parametric statistics*. 2nd ed. New York: Wiley, p. 229-232, 1980.
- EGGUM, B.O. The protein quality of cassava leaves. *Br. J. Nutr.*, London, v. 24, p.761-768, 1970.
- FAFUNSO, M.A.; OKE, O.L. Leaf protein from different cassava varieties. *Nutr. Rep. Int.*, Los Altos, v. 11, n. 6, p. 629-632, 1976.
- FAO/WHO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/ WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Energy and Protein Requirements*. Geneva, 1973. p.120 [Who Technical Report Series, n. 522].
- _____. *Energy & Protein Requirements*. Ginebra, 1985. p.206 [WHO Technical Report Series, n. 724].
- _____. *Protein quality evaluation*. Roma, 1991. 66p. [FAO Food and Nutrition Paper, n. 51].
- FIGUEIREDO, A.A.; REGO, M.M. Teor protéico e mineral em raízes e folhas de mandioca. *Bol. Tec. Cent. Technol. Agric. Aliment.*, Rio de Janeiro, n. 5, p. 23-26, 1973.
- FILISSETTI-COZZI, T.M.C.C.; LAJOLO, F. M. Fibra alimentar insolúvel, solúvel em alimentos brasileiros. *Rev. Farm. Bioquím. Univ.*, São Paulo, v. 27, n. 1, p.83-99, 1991.
- GÓMEZ, G.; NOMA, A.T. The amino acid composition of cassava leaves, foliage, root tissue and whole-root chips. *Nutr. Rep. Int.*, Los Altos, v. 33, n. 4, p. 595-601, 1986.
- GÓMEZ, G.; VALDIVIESO, M.; NOMA, A. T. The influence of cultivar and plant age on the chemical composition of field-grown cassava leaves and roots. *Qual. Plant Plant-Foods Hum. Nutr.*, The Hague, v. 35, p. 109-119, 1985.
- HEINEMANN, R.B.; COSTA, N.M.B.; CRUZ, R.; PIROZI, M.R. Valor nutricional de farinha de trigo combinada com concentrado protéico de folha de mandioca. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 11, n. 1, p. 51-57, 1998.
- HENLEY, E.C.; KUSTER, J.M. Protein quality evaluation by protein digestibility-corrected amino acid scoring. *Food Technol.*, Chicago, v. 48, n. 4, p. 74-77, 1994.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3 ed., São Paulo: IAL, 1985. v.1, p.21-22, 27-28, 42-43, 1985.
- JESUS, V.S.; MORAES, C.F.; TELES, F.F.F.; SEDIYAMA, C.S.; MORAES, G.H.K. Teor de proteína nas folhas de dez variedades de mandioca durante o primeiro ciclo de crescimento. *Rev. Ceres.*, Viçosa, v. 34, n. 194, p. 366-377, 1987.
- MOORE, S. On the determination of cystine as cysteic acid. *J. Biol. Chem.*, Baltimore, v. 238, n. 1, p. 235-237, 1963.
- PELUZIO, M.C. G.; MIRANDA, L.C.G.; MORAES, G.H.K.; PELUZIO, L.E. A avaliação da qualidade nutricional da proteína da folha de mandioca combinada com a caseína pela reação de plasteína. *Arch. Latinoam. Nutr.*, Caracas, v. 48, n. 4, p. 311-315, 1998.

- PROSKY, L. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and products. Interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, Washington, v. 71, p. 1017-1023, 1988.
- RAVINDRAN, V. Cassava leaves as animal feed: potential and limitations. *J. Sci. Food Agric.*, London, v. 61, p.141-150, 1993.
- RAVINDRAN, G.; RAVINDRAN V. Changes in the nutritional composition of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves during maturity. *Food Chem.*, Barking, v. 27, p. 299-309, 1988.
- REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.*, Philadelphia, v. 123, p. 1939-1951, 1993.
- ROSAS-ROMERO, A.; BARATTA, C. Composition, functional properties, and biological evaluation of a plastelin from cassava leaf protein. *Plant Foods Hum. Nutr.*, Dordrecht, v. 37, p. 85-96, 1987.
- SALGADO, J.S.; SANTOS, A. C. Estudo do concentrado protéico da folha de mandioca, obtenção, análise química e suplementação com aminoácidos. *Arch. Latinoam. Nutr.*, Caracas, v. 36, n. 3, p. 483-494, 1986.
- SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, Washington DC., v. 30 p. 1190-1206, 1958.
- TUPYNAMBÁ, M.L.V.C.; VIEIRA, E.C. Isolation of cassava leaf protein and determination of its nutritive value. *Nutr. Rep. Int.*, Los Altos, v. 16, n. 2, p. 249-259, 1979.
- VILHENA, M.F.; RIBEIRO, E.; COZZOLINO, S.M.F.; RAMÍREZ, E. Efectos de la extrusión sobre el valor nutritivo de la proteína de las hojas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Alimentaria.*, Madrid, v. 34, n. 276, p 85-90, 1996.
- VITTI, P.; FIGUEIREDO, I.B.; ANGELUCCI, E. Folhas de mandioca desidratadas para fins de alimentação humana. *Colet. Inst. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 4, p. 117-125, 1972.
- YEOH, H.H.; CHEW, M.Y. Protein content and amino acid composition of cassava leaf. *Phytochemistry.*, Oxford, v. 5, p. 1597-1599, 1976.

Recebido para publicação em 06/01/03.

Aprovado em 30/06/03.