

Avaliação da qualidade protéica da Quinoa Real (*Chenopodium quinoa* Willd) através de métodos biológicos

Evaluation of the protein quality of the Quinoa Real (*Chenopodium quinoa* Willd) through biological methods

Luana Freire Alves¹; Marcela Sales Rocha²; Cláudia Colamarco Ferreira Gomes³

RESUMO

A Quinoa Real é um cereal oriundo da Cordilheira dos Andes, considerado fonte protéica de boa qualidade nutricional. As proteínas são moléculas essenciais para os organismos animais, devendo estar presente na alimentação em quantidades adequadas e qualidade. A qualidade protéica dependerá de sua composição, digestibilidade, biodisponibilidade de aminoácidos essenciais, ausência de toxicidade e de fatores antinutricionais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o *coeficiente de eficácia protéica* (PER), o *escore químico de aminoácidos* (EQ), a digestibilidade verdadeira e o *escore químico de aminoácidos corrigido pela digestibilidade protéica* (PDCAAS) da quinoa real. Foram utilizados 18 camundongos albinos, machos, da linhagem *swiss*, recém-desmamados. Os animais foram separados em três grupos de seis animais cada. Ao grupo controle foi fornecida a dieta padrão AIN-93 G; e os grupos aprotéico e teste (quinoa real) receberam dieta AIN-93 G modificada. A proteína estudada apresentou valores para o PER de 2,87, EQ maior que 1,0, digestibilidade de 98% e PDCAAS de 1,07. Portanto, a quinoa real é fonte de proteína de alta qualidade nutricional.

Palavras-chave: Quinoa Real, qualidade protéica, aminoácidos essenciais, digestibilidade, PDCAAS.

ABSTRACT

Quinoa Real is a kind of cereal, which comes from the region of the Andes. It is considered as good source of protein, bearing a good nutritional quality. Proteins are fundamental molecules for the animal organisms and they should be present in any diet, in proper quantity and quality. The protein quality will depend on its composition, digestibility, bioavailability of essential amino acid, absence of toxicity as well as of anti-nutritional factors. The objective of this work is to evaluate the *coefficient of protein efficacy* (PER), the *chemical score of amino acid* (EQ), the true digestibility and the *Protein digestibility corrected amino acid score* (PDCAAS) of the quinoa real. Eighteen newly weaned albino mice of the *swiss* lineage were used in the experiment. The animals were separated in 3 groups of 6 mice each. The control group received the standard diet AIN-93 G; and the non-proteinic groups and test (quinoa real) received the diet AIN-93 G modified. The studied protein presented values for the PER of 2,87, EQ higher than 1,0, digestibility of 98% and PDCAAS of 1,07. Therefore, it is possible to conclude that the quinoa real is a protein source of high nutritional quality.

Key words: Quinoa Real, proteinic quality, essential amino acid, digestibility, PDCAAS.

^{1 2} Bacharel em Nutrição pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI BH (2007), Belo Horizonte, Minas Gerais.

³ Graduada em Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa (1992), Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1995) e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1998).

Trabalho realizado no Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI BH

Email: lufalves13@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A *quinua real* (*Chenopodium quinoa* Willd), planta oriunda da Cordilheira dos Andes, tem um valor econômico promissor e é considerada componente potencial na ração animal e na alimentação humana. Devido à sua alta qualidade nutricional, vem despertando a atenção de pesquisadores em várias partes do mundo.

Além disso, a planta apresenta resistência a pragas, tendo capacidade para desenvolver-se sob condições adversas de altitude, umidade e em solos pobres em sais minerais (locais em que outros cereais não conseguem se desenvolver) (SOUZA, SPEHAR, SANTOS, 2004; BORGES et al, 2003).

O mérito principal da quinua real é que o grão, as folhas, assim como as inflorescências são fontes de proteína de boa qualidade, que é comparável à caseína do leite. A qualidade nutricional da quinua real é importante, sendo rica em aminoácidos sulfurados e no aminoácido lisina, ao contrário das proteínas dos cereais, que são deficientes em lisina (FERREIRA et al, 2004; MUJICA et al, 2001).

A quinua compreende diversas variedades e seu período vegetativo varia entre 150 e 240 dias, com um período de adaptação a diferentes circunstâncias ambientais. As diferentes variedades apresentam uma relativa indiferença com respeito ao período de adaptação e à altitude (MUJICA et al, 2001).

Os cereais mais importantes mundialmente são o milho, o trigo, o arroz e a aveia. Comparando os componentes nutricionais da quinua real com estes cereais, observa-se a sua riqueza. Se for feita uma análise da contribuição dos componentes nutricionais de todos os seguintes cereais como um todo (100%), a quinua real teria 53.2% do ferro em comparação com 18% da cevada. Em relação à quantidade de proteína, a quinua real tem 23%, enquanto o trigo apresenta 21.8% e a cevada 17%. Com respeito à quantidade de fibra, possui 46%, contra 24% do trigo e de 15% do milho e da cevada (POZO, 2001).

Para algumas populações do mundo incluir proteínas de alta qualidade em suas dietas constitui um problema, especialmente as pessoas que raramente consomem a proteína de origem animal e devem obter proteínas dos cereais, leguminosas e outros grãos. Mesmo que a contribuição de proteínas desses alimentos seja adaptada, as concentrações insuficientes dos

aminoácidos essenciais podem contribuir para aumentar a prevalência de desnutrição. A quinua real é o único alimento vegetal que fornece todos os aminoácidos essenciais para a vida do ser humano e valores perto dos estabelecidos pelo *Food and Agriculture Organization* (FAO), podendo ser considerada como proteína de excelente qualidade (MUJICA et al, 2001).

Apesar de seu alto índice de nutrientes, a quinua real contém uma série de elementos tóxicos como os inibidores de tripsina e as saponinas, e pesquisas realizadas concluem que os aminoácidos da proteína na farinha crua e sem lavar não estão absolutamente disponíveis, porque contêm essas substâncias que interferem na utilização biológica dos nutrientes. No entanto, a quinua real pode ser consumida normalmente, se lavada antes do seu preparo. A quantidade de inibidores de tripsina nela encontrada é menor do que a encontrada na soja e o inibidor é termolábil e facilmente inativado pelo calor (MUJICA et al, 2001).

A Bolívia é o maior produtor da quinua real, com 46% da produção mundial, seguido pelo Peru com 42% e pelos Estados Unidos, com 6,3%. Mas ela apresenta demanda crescente no mundo, principalmente por naturalistas, que buscam alternativas de plantas com ausência de glúten. Por ser equilibrada em seus valores nutricionais, pode complementar a alimentação de humanos, de aves e suínos, com vantagem sobre o milho e a soja, quando utilizados isoladamente (SPEHAR, SANTOS, 2002; SPEHAR, SANTOS, NASSER, 2003).

Os cereais constituem a base da alimentação humana, contribuindo com cerca da metade da ingestão energética e protéica do homem. As proteínas participam da construção e manutenção dos tecidos, formação de enzimas, hormônios e anticorpos, fornecimento de energia e regulação de processos metabólicos. Além do nitrogênio, os aminoácidos fornecem compostos sulfurados ao organismo. Na forma de lipoproteínas, as proteínas participam no transporte de triacilgliceróis, colesterol, fosfolipídios e vitaminas lipossolúveis. Contribuem também para a homeostase, mantendo o equilíbrio osmótico entre os diferentes fluidos no organismo. Devido à sua estrutura, as proteínas são capazes de se combinar com compostos ácidos ou básicos e, dessa forma, manter o equilíbrio ácido-base entre o sangue e os diferentes tecidos do organismo (NAVES et al, 2004; PIRES et al (2), 2006).

O valor protéico de um alimento é determinado por sua composição em aminoácidos essenciais, sendo que o aproveitamento biológico dos aminoácidos (biodisponibilidade) depende também da digestibilidade da proteína. A digestibilidade é a medida da porcentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas pelo organismo na forma de aminoácidos ou de qualquer outro composto nitrogenado. Trata-se de um determinante da qualidade protéica da dieta. Quando certas ligações peptídicas não são

hidrolisadas no processo digestivo, parte da proteína é excretada nas fezes ou transformada em produtos do metabolismo pelos microorganismos do intestino grosso (NAVES et al, 2004; PIRES et al (1), 2006).

A digestibilidade da proteína ou a biodisponibilidade (digestibilidade verdadeira) dos aminoácidos da quinua real varia de acordo com a variedade e o tratamento que o grão recebe. Nas fezes sempre é eliminada uma quantidade de nitrogênio proveniente da dieta, das células de descamação do tubo digestivo, do suco gástrico e da microflora intestinal. Para um melhor cálculo da digestibilidade, é necessário calcular a excreção do nitrogênio fecal do grupo teste e corrigir pelo nitrogênio fecal do grupo aprotéico e, conseqüentemente a equação da digestibilidade verdadeira é obtida (MUJICA et al, 2001).

Ao se determinar o valor protéico de uma mistura de alimentos, devem ser levados em consideração o cômputo químico, o teor total de nitrogênio e a digestibilidade. A composição de aminoácidos de uma proteína, determinada por análise química, é comparada com a de um padrão de aminoácidos referência obtendo-se o *escore químico* de aminoácidos, que mede o conteúdo de aminoácidos presentes em uma fonte de proteína e compara os valores com uma proteína, considerada como referência pela Organização Mundial de Saúde (OMS), para crianças entre 2 e 5 anos de idade, que representa as necessidades de aminoácidos essenciais do ser humano (NAVES et al, 2004; PIRES et al (1), 2006).

Outro método utilizado para a determinação da qualidade protéica é o *coeficiente de eficácia protéica* (PER) que relaciona o ganho de peso dos animais com o consumo de proteína e esses são comparados a uma proteína padrão. A caseína é utilizada como padrão no PER, sendo outras fontes protéicas comparadas a ela. Em diversos países, desde 1919, o PER tem sido utilizado para avaliação da qualidade protéica. Atualmente, com o aumento do conhecimento sobre as reais necessidades humanas de aminoácidos essenciais, as limitações do método têm-se tornado cada vez mais evidentes. Portanto, o PER está sendo substituído pelo *escore químico de aminoácidos corrigido pela digestibilidade protéica* (PDCAAS), mas ainda é utilizado em muitas pesquisas sempre em conjunto com o PDCAAS. O PDCAAS é definido como a relação entre o conteúdo do primeiro aminoácido limitante na proteína (mg/g) e o conteúdo daquele aminoácido em uma proteína de referência (mg/g), multiplicado pela digestibilidade verdadeira. Assim, a qualidade da proteína avaliada pelo *escore químico* é baseada no aminoácido essencial limitante, no qual valores maiores que 1,0 tanto para o *escore químico* como para o PDCAAS indicam que a proteína é de boa qualidade, contendo os aminoácidos essenciais, capazes de suprir as necessidades para a dieta de humanos.

Portanto, o PDCAAS é baseado no perfil de aminoácidos essenciais da proteína teste, na digestibilidade da proteína e na habilidade da proteína para fornecer os aminoácidos necessários em quantidade suficiente para suprir as necessidades dos seres humanos (NAVES et al, 2004; PIRES et al (1), 2006).

O leite constitui uma das principais fontes de proteínas na alimentação de animais jovens e de humanos de todas as idades. As proteínas do leite compreendem duas frações principais: caseínas, que se apresentam principalmente no estado de partículas coloidais (micelas) e proteínas do soro, que estão em solução. Ao redor de 78% dessas proteínas são caseínas, constituídas por 92% de proteínas e 8% de sais inorgânicos, principalmente fosfato de cálcio (ROMAN, SGARBIERJ, 2005).

Dois tipos básicos de caseína são produzidos na indústria: a caseína ácida e a de coalho, que possuem essas denominações em função dos agentes coagulantes envolvidos. A caseína comercial, produzida por meio da precipitação ácida, é uma das principais proteínas com funcionalidade tecnológica em alimentos. Ela apresenta propriedades que não podem ser substituídas por outras proteínas em certas aplicações. Os métodos tradicionais de fabricação de caseína promovem alterações químicas irreversíveis na estrutura da micela de caseína, por meio da acidificação ou modificação enzimática, a fim de facilitar a separação das proteínas coaguladas dos constituintes do soro (ROMAN, SGARBIERJ, 2005).

O objetivo do presente trabalho é avaliar as características químicas e a qualidade protéica da quinua real, através de métodos biológicos, como a digestibilidade verdadeira, o coeficiente de eficácia protéica (PER), o escore químico de aminoácidos (EQ) e o escore químico de aminoácidos corrigido pela digestibilidade protéica (PDCAAS).

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de Nutrição Experimental, do Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI-BH, em Minas Gerais.

2.1 Preparo das amostras

As fontes de proteína utilizadas foram as seguintes: caseína e quinua real. A caseína comercial foi obtida da Rhoster® Indústria e Comércio Ltda., e a quinua real, no comércio local de Belo Horizonte (MG), na forma de farinha.

Foram preparadas uma dieta aprotéica; uma dieta de caseína (controle) e a dieta-teste, cuja fonte protéica foi a quinua real, conforme apresentado na Tabela 1.

A composição das dietas foi baseada na AIN-93 G (*American Institute of Nutrition*), com o teor de proteínas alterado para 10%. As dietas foram homogeneizadas e submetidas à formação de *pellets*, sem aquecimento. A quantidade preparada foi equivalente ao consumo durante os 28 dias de experimento e as mesmas foram acondicionadas em sacos de polietileno hermeticamente fechados, devidamente rotulados e armazenados em refrigerador.

tabela 1 - composição da dieta AIN-93 G e modificações realizadas (g/100g) para o ensaio biológico de avaliação da qualidade protéica

Componentes (g/100g de dieta)	(AIN-93 G)	AIN-93 G modificada	
	G1 – controle* (caseína)	G2 - dieta aprotéica**	G3 – dieta teste (quinua real)***
Caseína	11,4	-	-
Farinha de Quinoa	-	-	43
Amido de milho	49,85	61,25	18,25
Amido dextrinizado	13,2	13,2	13,2
Sacarose	10	10	10
Celulose	5	5	5
Óleo de soja	7	7	7
Premix vitaminas e minerais	2	2	2
L-cistina	0,3	0,3	0,3
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25
Total	100	100	100
Proteína %	10	0	10

* - Grupo 1 - Dieta AIN-93 (REEVES et al, 1993) utilizada como dieta controle.

** - Grupo 2 – Dieta aprotéica

*** - Grupo 3 – Dieta onde a fonte protéica é a quinua real.

2.2 Ensaio biológico

Foram utilizados 18 camundongos albinos, machos, com média de 23 dias de idade, da linhagem *swiss*, recém-desmamados, com pesos variando entre 22,4g e 31,2 g, provenientes do Biotério Central do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (CEBIO-UFMG). Os animais foram separados em três grupos de seis animais cada e mantidos em gaiolas individuais. Essas foram devidamente identificadas com o tipo de dieta e o número específico do animal e equipadas com comedouro e bebedouro individualizados. Todos os animais receberam água e dieta *ad libitum*, e foram mantidos em condições ambientais controladas, sendo a temperatura em 22°C, a umidade relativa do ar em torno de 50-60% e ciclo claro-escuro de 12 horas. O monitoramento do consumo alimentar e o peso dos animais foi feito semanalmente.

Ao grupo controle foi fornecida a dieta padrão AIN-93 G, e os grupos aprotéico e teste (quinua real) receberam dieta AIN-93 G modificada, conforme relacionado na Tabela 1. O grupo controle e o grupo teste permaneceram no experimento por 28 dias e o grupo aprotéico permaneceu no experimento por 14 dias. Para avaliação do consumo das dietas, foram calculadas as quantidades ingeridas e as sobras foram pesadas e computadas.

A avaliação ponderal dos grupos controle e teste foi obtida pela diferença entre o peso atingido aos 28 dias após o início da dieta e o peso inicial, e do grupo aprotéico foi obtida pela diferença entre o peso atingido aos 15 dias após o início da dieta e o peso inicial.

2.3 Coeficiente de Eficácia Protéica (PER)

O PER foi determinado por meio do método de Osborne, Mendel e Ferry, de acordo com a *Association Of Official Analytical Chemists* (AOAC). Este método relaciona o ganho de peso dos animais com o consumo de proteína.

O PER foi calculado pela seguinte equação:

$$\text{PER} = \frac{\text{ganho de peso do grupo teste (g)}}{\text{proteína consumida pelo grupo teste (g)}}$$

2.4 Escore Químico (EQ)

O escore químico foi determinado comparando-se a quantidade de cada aminoácido essencial da proteína teste com o aminoácido correspondente do padrão FAO/OMS.

$$\text{EQ} = \frac{\text{mg de aminoácido/grama de proteína teste}}{\text{mg de aminoácido/grama de proteína padrão}}$$

Os resultados encontrados indicarão a ordem dos aminoácidos limitantes da proteína em estudo em relação ao padrão. O menor valor encontrado é o aminoácido limitante na proteína do alimento em teste.

2.5 Digestibilidade verdadeira

Para a determinação da digestibilidade, as fezes foram coletadas do 8º ao 11º dias em recipientes individuais e mantidas sob refrigeração.

Ao término do experimento, as fezes foram pesadas para determinação da concentração de nitrogênio, pelo método Kjeldahl, com amostras em duplicata.

A digestibilidade verdadeira foi calculada medindo a quantidade de nitrogênio ingerido na dieta, o nitrogênio excretado nas fezes e a perda metabólica de nitrogênio nas fezes, que corresponde ao nitrogênio fecal do grupo com dieta aprotéica, que quantifica o nitrogênio de origem endógena, não alimentar.

O cálculo da digestibilidade verdadeira foi feito de acordo com a seguinte equação:

$$(\%) \text{ Digestibilidade} = \frac{\text{NI} - (\text{NF} - \text{NFK})}{\text{NI}} \times 100$$

NI = Nitrogênio ingerido pelo grupo teste.

NF = Nitrogênio fecal do grupo teste.

NFK = Nitrogênio fecal do grupo com dieta aprotéica.

2.6 Determinação do Escore Químico Corrigido pela Digestibilidade Protéica (PDCAAS)

Para o cálculo do PDCAAS, os valores do conteúdo de aminoácidos são expressos em mg de aminoácido por grama de proteína e comparados com o padrão da FAO/OMS.

Foram utilizados os dados obtidos na determinação dos teores de nitrogênio, proteína, aminoácidos essenciais, escore químico de aminoácidos e digestibilidade verdadeira.

Para a determinação do PDCAAS, tomou-se por base o valor do escore químico do aminoácido essencial mais limitante da fonte de proteína teste. Calculou-se o PDCAAS multiplicando-se o escore mais baixo de aminoácido essencial pela digestibilidade da proteína. A proteína com PDCAAS igual ou superior a 1,0 é considerada de alto valor biológico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Escore Químico da Quinoa Real:

Os valores dos aminoácidos essenciais do padrão FAO/OMS foram comparados com a quinoa real, caseína e carne, conforme mostrado no Tabela 2. O padrão reflete as necessidades de aminoácidos essenciais do ser humano. Os valores de todos os aminoácidos essenciais da quinoa real são maiores que o padrão, indicando que ela supre as necessidades do ser humano em todos os aminoácidos essenciais, não possuindo, portanto, aminoácido limitante, ou seja, em quantidade inferior ao padrão. Os valores encontrados para escore químico indicaram que a quinoa real supre as necessidades do ser humano em qualidade, pois fornece todos os aminoácidos essenciais, e em quantidade, pois supre as necessidades humanas de todos os aminoácidos essenciais em quantidades maiores que as requeridas pelo organismo. Todos os aminoácidos essenciais da quinoa real são maiores que o padrão e por isso ela é considerada uma proteína de alta qualidade nutricional.

tabela 2 - comparação entre o perfil de aminoácidos essenciais da quinua real com o padrão FAO/OMS e com o perfil de aminoácidos essenciais da carne e da caseína bovina e o escore químico da quinua real

Aminoácidos essenciais (mg/g proteína)	Padrão FAO/OMS (mg/g proteína)	Carne (mg/g proteína)	Quinua Real (mg/g proteína)	Escore Químico da Quinua Real	Caseína (mg/g proteína)	Escore Químico da Caseína
Histidina	19	34	46	2,42	30	1,58
Isoleucina	28	48	70	2,50	54	1,93
Leucina	66	83	73	1,11	102	1,55
Lisina	56	89	84	1,50	84	1,50
Metionina + Cisteína	25	40	125	5,00	35	1,40
Fenilalanina + Tirosina	63	80	120	1,90	115	1,83
Treonina	34	46	57	1,66	46	1,35
Triptofano	11	12	12	1,09	13	1,18
Valina	35	50	76	2,17	69	1,97

Quando comparamos o perfil de aminoácidos essenciais da quinua real com o da caseína, podemos verificar que a quinua real fornece uma maior quantidade dos aminoácidos essenciais histidina, isoleucina, treonina, valina, dos sulfurados metionina e cisteína, e dos aromáticos fenilalanina e tirosina. Portanto, também pela análise do perfil de aminoácidos essenciais podemos verificar que ela é superior à caseína. Dos nove aminoácidos essenciais, ela supera a caseína em seis.

3.2 PER da Quinoa Real:

De acordo com o cálculo do PER, foi encontrado um valor de 2,87 para a média do grupo quinoa real. Comparando com o padrão caseína, que apresenta PER de 2,5, podemos verificar que a quinoa real superou a caseína em qualidade nutricional. Ela foi capaz de promover um crescimento maior que a caseína, através da qual a média de ganho de peso do grupo caseína foi de 8,23g e do grupo quinoa real foi de 9,50g, conforme mostrado na Tabela 3. Esse dado é bastante interessante, quando verificamos na literatura que a principal característica dos cereais é a deficiência em lisina. A quinoa real fornece 84 mg de lisina e a necessidade do ser humano foi quantificada em 56 mg de lisina/g de proteína. Assim, a quinoa real supre a necessidade em lisina com uma adequação de 150%, contrariando todas as afirmações de que a principal característica dos cereais é a deficiência em lisina (PIRES et al (1), 2006).

tabela 3 - evolução do ganho de peso dos animais dos grupos caseína e quinoa real.

Peso (g)						
Grupo caseína	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	Ganho de peso
	(peso inicial)				(peso final)	(peso final – peso inicial)
Média	26,06	28,55	31,43	33,36	34,31	8,23
Grupo quinoa real						
Média	26,16	27,07	30,99	33,20	35,67	9,50

3.3 Digestibilidade e PDCAAS da Quinoa Real:

A digestibilidade da quinoa real foi de 98% e da caseína foi de 99% e o PDCAAS da quinoa real foi de 1,07 e o da caseína foi 1,17, conforme Tabela 4.

tabela 4 - resultados da digestibilidade, menor escore químico (EQ) e PDCAAS da quinoa real e da caseína

Fonte protéica	Digestibilidade %	Menor EQ	PDCAAS
Quinoa Real	98	1,09	1,07
Caseína	99	1,18	1,17

Contrariando todas as demonstrações de trabalhos anteriores e pesquisas já bem estabelecidas sobre a digestibilidade dos cereais ser inferior a 80%, a digestibilidade da quinoa real foi de 98%. Nenhum alimento de origem vegetal, principalmente quando analisado na sua forma integral, apresenta digestibilidade superior a 90%. Os vegetais possuem em sua composição substâncias como compostos fenólicos, componentes da fibra alimentar, pigmentos, produtos de oxidação de ácidos graxos insaturados, açúcares redutores, e outros, que podem reagir com as proteínas, formando derivados de baixa digestibilidade, diminuindo assim a digestibilidade das proteínas vegetais (TIRAPEGUI, 2006). A digestibilidade da quinoa real comparou-se à digestibilidade da caseína, ou seja, uma elevada digestibilidade.

A Tabela 5 compara a digestibilidade da quinoa real com a digestibilidade de alimentos de origem animal e vegetal, e pode-se observar a grande superioridade da quinoa real em relação aos alimentos de origem vegetal e a proximidade com os alimentos de origem animal.

tabela 5 - comparação entre a digestibilidade da quinua real e a digestibilidade de alimentos de origem animal e vegetal

Alimento	Digestibilidade (%)
Quinua Real (Teste)	98
Alimentos de Origem Animal	
Ovo (int)	97
Ovo (álbum.)	98
Leite humano	97
Leite vaca int.	97
Carne bovina	97
Fígado	98
Peixe (músculo)	97
Alimentos de Origem Vegetal	
Cereais:	
Aveia	76
Arroz	75
Trigo (integral)	79
Trigo (germe)	65
Milho (integral)	76
Milho (germe)	60
Leguminosas e tubérculo:	
Soja	78
Feijão	60
Batata	74

Fonte: SGARBIERI, 1996.

Devido ao fato de a digestibilidade da quinua real ser elevada, 98%, e também o seu escore químico ser maior que 1,0, conseqüentemente o PDCAAS também será maior que 1,0, pois o PDCAAS é a digestibilidade multiplicada pelo menor escore químico. Dessa forma, o PDCAAS da quinua real foi de 1,07. De acordo com Silva et al, (2006) e Monteiro et al, (2004), todas as proteínas com PDCAAS igual ou superior 1,0 são proteínas de alta qualidade nutricional e completas, atendendo às necessidades de aminoácidos essenciais dos seres humanos. Portanto, a quinua real é uma proteína de elevada qualidade nutricional.

4 CONCLUSÃO

As proteínas dos cereais apresentam baixa qualidade nutricional, uma vez que possuem fatores que interferem na sua utilização pelo organismo e por apresentarem como primeiro aminoácido limitante a lisina. A quinua real apresentou-se como uma exceção, visto que não apresentou nenhum aminoácido essencial limitante, quando comparado com o padrão FAO/OMS.

O resultado encontrado para o PER superou a caseína em qualidade nutricional, sendo a quinua real capaz de promover um crescimento maior que a caseína.

Para o EQ os valores encontrados mostraram que a quinua real supre as necessidades do ser humano em qualidade e quantidade, pois fornece todos os aminoácidos essenciais em quantidades superiores às requeridas pelo organismo.

Através do cálculo de digestibilidade verdadeira, a quinua real apresentou digestibilidade superior a 90%, o que nenhum outro alimento de origem vegetal apresentou em pesquisas realizadas até hoje, contradizendo a literatura sobre a digestibilidade dos cereais ser inferior a 80%. A digestibilidade da quinua real comparou-se à da caseína, ou seja, uma elevada digestibilidade.

De acordo com o resultado do PDCAAS, a quinua real apresentou valor maior que 1,0, indicando ser uma proteína de boa qualidade, o que era de se esperar, uma vez que a digestibilidade da quinua real foi elevada, e o seu EQ foi maior que 1,0.

Os resultados obtidos através destes métodos permitem concluir que a quinua real é um cereal que possui proteína de alto valor biológico, sendo comparada até mesmo com as proteínas de origem animal.

REFERÊNCIAS

BORGES, João Tomaz da Silva et al. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. *B.CEPPA*, Curitiba, v.21, n.2, jul./dez. 2003. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?q=PROPRIEDADES+DE+COZIMENTO+E+CARACTERIZA%C3%87%C3%83O+F%C3%8DSICO-&hl=pt-BR&lr=&btnG=Pesquisar&lr>>. Acesso em: 05 Ago. 2007.

FERREIRA, Renato Rodrigues et al. Isolation of enzymes involved in threonine biosynthesis from sorghum seeds. *Braz. J. Plant Physiol.*, Londrina, v.16, n.2, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167704202004000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Ago. 2007.

MONTEIRO, Josefina Bressan Resende et al. Avaliação da qualidade protéica de dois formulados em pó, à base de soja enriquecidos com zinco, selênio e magnésio para utilização em nutrição enteral. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 24, n. 1, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612004000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Out. 2007.

MUJICA, Angel et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Santiago, Chile. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001. Disponível em: <http://www.rlc.fao.org/pr/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/home03.htm>. Acesso em: 10 Ago. 2007.

NAVES, Maria Margareth Veloso Naves et al. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v.34, n.1, p.1-8, 2004. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?q=AVALIA%C3%87%C3%83O+QU%C3%8DMICA+E+BIOL%C3%93GICA+DA+PROTE%C3%8DNA+DO+GR%C3%83O+EM+CULTIVARES+DE+MILHO+DE+ALTA+QUALIDADE+PROT%C3%89ICA&hl=ptBR&lr=&btnG=Pesquisar&lr>. Acesso em: 25 Ago. 2007.

PIRES, Christiano Vieira et al. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.26, n.1, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612006000100029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 Ago. 2007 (1).

PIRES, Ivy Scorzi Cazelli et al. Qualidade protéica da carne de novilho precoce alimentado com lipídios protegidos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.26, n.4, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612006000400014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 Ago. 2007 (2).

POZO, Kathya Lorena Córdova. La quinoa como un potencial económico para la region andina del país. Maio, 2001. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&lr=&q=La+quinoa+como+un+potencial+economico+para+la+region+andina+del+país.+&btnG=Pesquisar&lr>. Acesso em: 15 Ago. 2007.

ROMAN, Janesca Alban; SGARBIERI, Valdemiro Carlos. Obtenção e caracterização química e nutricional de diferentes concentrados de caseína. *Rev. Nutr.*, Campinas, v.18, n.1, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141552732005000100007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 Ago. 2007.

SGARBIERI, Valdomiro C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 517p

SILVA, Maria Sebastiana et al. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.26, n.3, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612006000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Ago. 2007.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.37, n.6, p. 889-893, 2002. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?q=BRS+Piabiru%3A+alternativa+para+diversificar+os+sistemas+de+produ%C3%A7%C3%A3o+de+gr%C3%A3os&hl=ptBR&lr=&btnG=Pesquisar&lr>>. Acesso em: 15 Ago. 2007.

SPEHAR, C.R.; SANTOS, R.L.B.; NASSER, L.C.B. Diferenças entre *Chenopodium quinoa* e a planta daninha *Chenopodium album*. *Planta daninha*, Viçosa, v.21, n.3, p.487-491. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010083582003000300018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 Ago. 2007.

SOUZA, Luiz Augusto Copati; SPEHAR, Carlos Roberto; SANTOS, Roberto Lorena Bastos. Análise de imagem para determinação do teor de saponina em quinoa. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.4, p.397-401, abr. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2004000400014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 Ago. 2007.

TIRAPEGUI, Julio. Nutrição: fundamentos e aspectos atuais. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2006. 342 p.