

PERFIL DE AMINOÁCIDOS E QUALIDADE DA PROTEÍNA DE TRÊS NOVOS CULTIVARES DE MILHO (*Zea mays*, L) SELECIONADOS PARA O ESTADO DO CEARÁ *

PATRÍCIA MARIA PONTES THÉ **
RAIMUNDO DE PONTES NUNES ***
GERALDO ARRAES MAIA ****
HUMBERTO FERREIRA ORIA ****
ZULEICA BRAGA LIMA GUEDES †

SUMMARY

AMINO ACID PROFILE AND PROTEIN QUALITY OF NEW IMPROVED CORN CULTIVARS

Determinou-se qualitativa e quantitativamente os aminoácidos de três novos cultivares de milho selecionados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará — EPACE, denominados Epamil Pérola, Epamil-10 e Epamil Opaco-2. A determinação dos aminoácidos foi feita em ANALISADOR DE AMINOÁCIDOS BECKMAN; SYST. 6.300, HIGH PERFORMANCE ANALYSER. A qualidade da proteína foi estimada utilizando-se o cômputo químico, a partir da fórmula recomendada pela FAO/WHO. Os três cultivares estudados apresentaram excesso, em relação aos padrões recomendados pela FAO/WHO para leucina, lisina, treonina e valina. É recomendada a realização de estudos complementares para a verificação da disponibilidade biológica desses aminoácidos, pois este é o primeiro estudo realizado com esses cultivares.

PALAVRAS-CHAVE: Aminoácidos, Qualidade da Proteína, Milho, Cultivares.

Quantity and quality of amino acids were determined from three maize cultivars named Epamil-10, Epamil Pearl and Epamil Opaco-2, selected by the Agriculture Research Corporation of the State of Ceará, Brazil (EPACE). The determination was accomplished with the use of a BECKMAN SYST. 6.300 HIGH PERFORMANCE AMINO ACID ANALYSER. The protein quality was estimated with the use of the amino acid score, based on the recommended FAO/WHO formula. All three cultivars present contents of threonine, valine and lysine above the FAO/WHO standards. Further investigations are recommended to verify the biological disponibility of these amino acids since this is the first work accomplished with these cultivars.

- * Extraído da Dissertação apresentada ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pelo primeiro autor, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.
- ** Mestre em Tecnologia de Alimentos, Bolsista do CNPq.
- *** Professor do Departamento de Fitotecnia, CCA/UFC, Bolsista do CNPq.
- **** Professor Titular do Departamento de Tecnologia de Alimentos, CCA/UFC. Bolsista do CNPq.
- ***** Professores do Departamento de Farmácia da UFC/CCS

INTRODUÇÃO

O valor das proteínas depende da digestibilidade, do balanço entre os aminoácidos essenciais presentes em sua composição e da relação entre os aminoácidos essenciais e os não essenciais (CHAVES²).

Muitas proteínas vegetais têm pequena quantidade de aminoácidos essenciais, como lisina, triptofano, metionina ou treonina e, assim

sendo, não promoverá um crescimento ótimo ou a manutenção de um vigor máximo quando somente uma delas constitui a única fonte proteica. Na prática, entretanto, a maioria das refeições contém uma mistura de proteínas de origem e composição diferentes, havendo uma tendência em combinar algumas proteínas de alta qualidade com as proteínas vegetais menos completas (BURTON¹).

O milho é um alimento importante para o homem e os animais em geral. Usado primordialmente como alimento energético, tem importante papel, também, no balanceamento protéico dos alimentos e rações. Por essa razão é de interesse para os nutricionistas a identificação e quantificação dos aminoácidos presentes em diferentes variedades, principalmente em cultivares recém-lançados nos sistemas produtivos agrícolas, uma vez que os aminoácidos são geneticamente controlados e, portanto, susceptíveis de grandes variações entre variedades cultivadas.

MATERIAL E MÉTODO

Os materiais estudados foram os cultivares Epamil-10, Epamil Pérola e Epamil Opaco-2, desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE). O cultivar Epamil-10 é resultante de cruzamentos entre diversos materiais derivados do Cateto Ipanema, Cateto São Simão, Cateto do Caribe, WP5, WP10 e BR-105. É um cultivar de polinização aberta com ciclo aproximado de 115 dias.

O cultivar Epamil Opaco-2 é resultante de cruzamentos do mutante opaco-2 com outros materiais, objetivando a transferência das qualidades nutricionais do opaco-2 para variedades de uso comercial.

Durante o processo de transferência do gene opaco-2 para variedades comerciais foi observada, entre os segregantes, a presença de grãos de cor clara e aspecto vítreo. A seleção desse material deu origem ao cultivar Epamil Pérola.

As análises dos aminoácidos foram feitas no Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Brasília, Distrito Federal.

Para cada cultivar foram selecionadas, aleatoriamente, 10 espigas para determinação da percentagem de proteína. Para a análise dos aminoácidos, foram escolhidas as três espigas, de cada cultivar, que apresentaram o menor, o médio e o maior teor de proteína.

A determinação dos aminoácidos foi feita em ANALISADOR DE AMINOÁCIDOS BECKMAN; SYST. 6.300, HIGH PERFORMANCE ANALYSER.

A qualidade da proteína foi estimada utilizando-se o método químico, a partir da fórmula recomendada pela FAO/WHO segundo WILSON et alii⁷.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados médios da composição em aminoácidos, obtidos a partir de três repetições e teste de significância entre médias dos três cultivares.

As análises das variâncias são sumariadas na Tabela 2, observando-se significância estatística, entre cultivares, apenas para o ácido glutâmico (0,05) e para a alanina (0,01).

Com respeito a amostras (repetições) dentro de cultivares, não se observam diferenças significativas, o que equivale dizer que, o teor de proteína total não influenciou na percentagem individual de cada aminoácido, pois as amostras selecionadas para cada determinação foram as que apresentaram o menor, o médio e maior teor de proteína.

A julgar pela magnitude dos coeficientes de variação a maioria dos aminoácidos está determinada com uma precisão experimental boa. Apenas a arginina, com um C.V. de 20%, discrepa dos demais, ainda assim, dentro do limite de aceitação.

O cultivar Epamil Opaco-2 apresentou a mais alta percentagem de ácido glutâmico (15,42%) resultado que, do ponto de vista estatístico, não difere da segunda colocada, cultivar Epamil-10 (14,88%), mas difere do Epamil Pérola (14,15%). Os cultivares Epamil Pérola e Epamil-10 são estatisticamente equivalentes em relação ao teor de ácido glutâmico.

Quanto à alanina, o cultivar mais rico foi o Epamil Pérola (11,25%), seguido do Epamil-10 (9,69%). Em último lugar vem o Epamil Opaco-2 (8,64%) que, entretanto, não difere significativamente do segundo colocado, o Epamil-10.

Em relação às percentagens dos demais aminoácidos dentro de cada cultivar, não se observou significância estatística. Portanto, os cultivares são equivalentes entre si quanto aos teores desses aminoácidos.

A análise dos aminoácidos de uma proteína em estudo e a comparação do perfil dos seus aminoácidos essenciais com o de uma proteína de referência (cálculo químico) é o método

TABELA 1

Resultados Médios das Análises dos Aminoácidos Expressos em Percentagem do Total de Aminoácidos Determinados (resíduos/100) e Testes de Significância entre Médias de Cultivares.

Aminoácidos *	Cultivares		
	Epamil Pérola		Epamil Opaco
Ácido aspártico	10,833	10,100	12,460
Treonina	4,337	4,533	4,003
Serina	6,687	6,927	6,790
Ácido glutâmico	14,150 b	14,877 ab	15,423 a
Prolina	9,387	10,063	10,243
Glicina	11,270	11,263	10,300
Alanina	11,247 a	9,693 b	8,643 b
Valina	4,153	4,597	4,217
Metionina	0,880	0,970	1,120
Isoleucina	2,530	2,570	2,180
Leucina	5,503	5,767	4,987
Tirosina	1,677	1,850	1,917
Fenilalanina	2,333	2,540	2,407
Histidina	2,823	2,880	2,593
Lisina	5,063	5,047	4,747
Arginina	7,100	6,307	7,977

(*) Médias de três repetições (espigas)

Nota: Duas médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

TABELA 2

Análise das Variâncias dos Resíduos de Aminoácidos (três repetições por variedade)

Aminoácidos	Quadrados Médios		Coeficiente de Variação %
	Cultivares	Repetições	
Ácido Aspártico	4,376	3,944	11,62
Treonina	0,215	0,245	8,10
Serina	0,043	0,078	5,20
Ácido glutâmico	1,224 *	0,391	2,52
Prolina	0,612	2,688	11,96
Glicina	0,934	0,906	4,22
Alanina	5,146 **	2,423	4,24
Valina	0,172	1,151	6,70
Metionina	0,044	0,095	14,47
Isoleucina	0,138	0,563	8,15
Leucina	0,472	1,203	6,71
Tirosina	0,046	0,414	11,66
Fenilalanina	0,033	0,172	9,79
Histidina	0,069	0,047	5,18
Lisina	0,095	1,679	4,86
Arginina	2,093	13,087	20,00

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

TABELA 3

Percentagens de Aminoácidos Essenciais nos Três Cultivares de Milho Estudados, Percentagens Padrões Recomendadas pela FAO/WHO para Cálculo do Cômputo Químico e Cômputo Químico Estimado para cada cultivar.

Aminoácidos essenciais (a.a.e.)	Cultivares Estudados			Recomendações da FAO/WHO ⁽¹⁾		Relações cultivares estudados/ recomendações da FAO/WHO (%) (Cômputo Químico)			Déficit (-) ou excesso (+) com relação às recomendações da FAO/WHO		
	Epamil Pérola	Epamil 10	Epamil Opaco-2	Valores em mg/g de proteína	Valores em percentagem do total de a.a.e.	Epamil Pérola	Epamil 10	Epamil Opaco-2	Epamil Pérola	Epamil 10	Epamil Opaco-2
Isoleucina	9,54	9,21	8,40	40	11,43	83,5	80,6	73,5	-16,5	-19,4	-26,5
Leucina	20,79	20,68	19,40	70	20,00	103,9	103,5	97,0	+3,9	+3,5	-3,0
Lisina	19,07	18,00	18,64	55	15,71	121,4	114,6	118,6	+21,4	+14,6	+18,6
Metionina	3,32	3,50	4,52	35 (2)	10,00 (2)	32,2	35,0	45,2	-66,8	-65,0	-54,8
Fenilalanina	8,82	9,11	9,36								
Tirosina	6,33	6,60	7,38	30 (3)	17,14 (3)	88,3	91,6	97,6	11,7	8,4	2,4
Treonina	16,42	16,29	15,64	40	11,43	43,6	42,5	36,8	+43,6	+42,5	+36,8
Valina	15,69	16,56	16,60	50	14,29	109,7	115,8	116,2	+9,7	+15,8	+16,2

(1) Fonte: WILSON et alii⁷ – Nota: O triptofano não está incluído.

(2) Valor conjunto para metionina e cistina.

(3) Valor conjunto para fenilalanina e tirosina.

qualidade nutricional de uma proteína, ou seja, a sua capacidade de satisfazer as necessidades orgânicas de crescimento e manutenção do organismo (OLIVEIRA et alii³).

Segundo SGARBIERI⁶, o cômputo ou escore químico indicará:

- a) a ordem dos aminoácidos limitantes na proteína em estudo, em relação à referência ou proteína padrão; e
- b) o valor encontrado para o aminoácido mais limitante é uma estimativa do valor biológico ou nutritivo da proteína em estudo em relação à referência ou proteína padrão.

Conforme já mencionado, a qualidade da proteína é avaliada a partir das percentagens de aminoácidos essenciais presentes em sua composição. Na Tabela 3 são apresentados os percentuais de cada aminoácido essencial presentes na proteína dos três cultivares de milho estudados. Não constam no presente estudo a cistina e o triptofano.

Constata-se, com relação à isoleucina, que o maior déficit observado foi para o cultivar Epamil Opaco-2 (-26,5%), seguido do Epamil-10 (-19,4%) e Epamil Pérola (-16,5%).

Para a fenilalanina e tirosina, conjuntamente, o cultivar mais deficiente foi o Pérola (-11,7%) seguido do Epamil-10 (-8,4%) e Epamil Opaco-2 (-2,4%).

Com relação a metionina, observaram-se as menores percentagens em relação aos demais aminoácidos essenciais, sendo que o cultivar Pérola (3,32%) apresentou-se mais pobre em relação aos demais, seguindo-se do Epamil-10 (3,50%) e Epamil Opaco-2 (4,52%). Para o cômputo químico, os maiores déficits também foram observados para este aminoácido, porém, é necessário destacar que a FAO/WHO recomenda uma percentagem de 10% para a metionina e cistina conjuntamente. Neste estudo, foi computada apenas a percentagem da metionina, já que a cistina não foi determinada. Obteve-se para o cultivar Pérola um déficit de -66,8%; -65% para o Epamil-10 e -54,8% para o Epamil Opaco-2.

Para os demais aminoácidos essenciais, o cômputo químico revelou excesso, sendo que o maior deles foi para a treonina com + 43,6% para o cultivar Pérola, + 42,5% para o Epamil-10 e + 36,8% para o Epamil Opaco-2.

Para a lisina, aminoácido geralmente carente nos cereais em relação ao recomendado, observaram-se excessos de + 21,4% para o culti-

var Pérola, + 18,6% para o Epamil Opaco-2 e +14,6% para o Epamil-10.

De acordo com Osborne, citado por PAULA⁵, as proteínas presentes em maiores quantidades no milho são as pertencentes ao grupo das prolaminas. Dentre estas, a de presença mais marcante é a zeína, considerada uma proteína de baixo valor biológico, sendo particularmente pobre em lisina. Nos milhos do grupo Opaco-2, as prolaminas são parcialmente substituídas pelas albuminas, glutelinas e globulinas, processo geneticamente controlado (PATERNIANI⁴). O gen opaco-2 (O_2) é recessivo e só se manifesta em homozigose (O_2O_2).

A substituição da zeína pela glutelina tem como resultado um aumento dramático do teor de lisina que passa de 0,00 (zero) a 2,93%, conforme PAULA⁵.

No presente estudo, não foram individualizados grupos protéicos ou proteínas em particular, porém, a partir dos resultados dos aminoogramas (Tabela 1) que mostram altos teores de lisina para os três cultivares estudados, podemos inferir que a zeína foi, pelo menos parcialmente, substituída por outras proteínas, ricas nesse aminoácido e que essa substituição, conforme PATERNIANI⁴, se deve à presença do gene Opaco-2 no genótipo dos três cultivares.

CONCLUSÕES

Os três cultivares de milho estudados apresentaram excesso, em relação aos padrões recomendados pela FAO/WHO para leucina, lisina, treonina e valina. É recomendável, portanto, estudos complementares para a verificação da disponibilidade biológica destes aminoácidos, principalmente quando se leva em consideração que esta é a primeira análise desses novos cultivares. É importante que eles sejam melhor estudados para que possam ser bem explorados sob o ponto de vista nutricional, uma vez que aparentam serem dotados de teores bastante elevados de aminoácidos essenciais, caso em que seriam de grande utilidade para o problema da desnutrição, que ocorre em nosso país, e em particular na região Nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BURTON, B.T. **Nutrição humana**. São Paulo, Mc Graw-Hill, 1979. 606p.
2. CHAVES, N. **Nutrição básica e aplicada**. 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1985. 370p.
3. OLIVEIRA, J. E. D. de; SANTOS, A.C. & WILSON, E.D. **Nutrição básica**. São Paulo, Savier, 1982. 286p.
4. ... **milho no Brasil**. Campinas-SP, Fundação CAR-GILL, 1980. 650p.
5. PAULA, R.D. de G. **Alimentos; composição valor nutritivo e dietético**. Rio de Janeiro, Livraria da Casa do Estudante do Brasil, 1939. p. 57-84, V.2.
6. SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. Campinas, UNICAMP, 1987. 387p.
7. WILSON, E.D.; FISHER, K.H. & FUQUA, M.E. **Principles of nutrition**. 3 ed., New York, John Willey & Sons, 1976, p. 72-5.