

**PROTEÍNAS DE FEIJÃO CAUPI
[*VIGNA UNGUICULATA* (L). WALP]:
CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO
NUTRICIONAL**



República Federativa do Brasil

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores-Executivos

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte

Chefe-Geral

Maria Pinheiro Fernandes Corrêa

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Hoston Tomás Santos do Nascimento

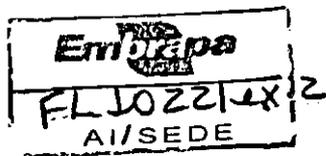
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócio

Cândido Athayde Sobrinho

Chefe Adjunto Administrativo

João Erivaldo Saraiva Serpa

Documentos Nº 44



ISSN 0104-866X
Dezembro/1999

PROTEÍNAS DE FEIJÃO CAUPI (*VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP); CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NUTRICIONAL

Sandra Maria de Souza e Silva
Francisco Rodrigues Freire Filho



Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Teresina, PI.
1999

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5650.

Telefone: (86) 225-1141

Fax: (86) 225-1142. E-mail: publ@cpamn.embrapa.br.

Caixa Postal 01

CEP 64006-220 Teresina, PI

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações:

Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza - Presidente

Eliana Candeira Valois - Secretária

José de Arimatéia Duarte de Freitas

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcântara

José Alcimar Leal

Francisco de Brito Melo

Tratamento Editorial:

Lígia Maria Rolim Bandeira

Diagramação Eletrônica:

Erlândio Santos de Resende

SILVA, S.M. de S. e; FREIRE FILHO, F.R. **Proteínas de feijão caupi** [*Vigna unguiculata* (L) Walp]: caracterização e aplicação nutricional. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 20 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 46)

Termos para indexação: caupi; proteína; melhoramento; *Vigna unguiculata* cowpea; Protein; Breeding.

CDD: 633.33

© Embrapa 1999

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
UTILIZAÇÃO E VALOR PROTÉICO	7
PROTEÍNAS DE RESERVA	12
PROTEÍNAS TÓXICAS	13
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS	17

PROTEÍNAS DE FEIJÃO CAUPI [*VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP]: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NUTRICIONAL

Sandra Maria de Souza e Silva¹
Francisco Rodrigues Freire Filho²

INTRODUÇÃO

O elevado custo das fontes de proteínas de origem animal, observado durante as últimas décadas, tem contribuído para a ausência desse constituinte na alimentação da população, principalmente, nos países pobres e em desenvolvimento. A necessidade de suprir essa carência faz das leguminosas a principal fonte protéica da dieta humana. Muitas de suas espécies são também utilizadas na forma de forragem ou feno para a alimentação de animais.

O feijão caupi é uma Dicotyledonea que pertence a ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinea e ao gênero *Vigna*. As formas cultivadas no Brasil apresentam os nomes comuns de feijão macassar, feijão de corda ou caupi: espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp subespécie unguiculata cv - gr. *Unguiculata* E. Westphal, e feijão de metro: *Vigna unguiculata* (L.) Walp, subespécie unguiculata cv. -gr. *Sesquipedales* E. Westphal (Freire Filho, 1988). Pertence a secção catiang do subgênero *Vigna* na qual são conhecidas duas espécies botânicas *V. unguiculata* Walp. e *Vigna nervosa* Mark. (Ng, 1990). No conceito de Marechal et al. (1978), essas entidades são classificadas como cultigrupos.

¹Bióloga, MS. Pesquisadora Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64006-220 Teresina, PI.
E-mail: smssilva@cpamn.embrapa.br

²Eng. Agr., Dr. Pesquisador Embrapa Meio Norte

O gênero *Vigna* ocorre nas regiões tropicais e subtropicais com uma ampla distribuição mundial. Faris (1965), em extensa revisão, catalogou 170 espécies. Isso é próximo do número sugerido por Steele & Mehra (1980), que relatam a existência de aproximadamente 160 espécies pertencentes ao gênero *Vigna*. A grande maioria dessas espécies está na África, onde 66 delas são consideradas endêmicas, sugerindo-se, assim, que esse gênero deve ter tido sua evolução relacionada a esse continente. Entre as espécies de ocorrência na África está *V. unguiculata* (L) Walp. Entretanto sua origem africana e a localização de seu centro de dispersão são bastante discutidas. Entre os países e regiões mencionados como possíveis centros de origem estão a África, Índia e Etiópia; Oeste e Centro da África; somente Oeste da África; Centro e Sul da África. Steele & Mehra (1980), entretanto, afirmam ser o Oeste da África, mais precisamente a Nigéria, o centro primário da diversidade de *V. unguiculata*.

Com uma produção em torno de 550.000 t de feijão caupi, o Brasil está entre seus maiores produtores. Sua produtividade média (ou produção por área) está na faixa de 300 a 400 kg/ha e, geralmente, são inferiores ao *Phaseolus vulgaris* L., popularmente conhecido como feijão comum (Levantamento sistemático de produção agrícola, 1997). Esses níveis têm apresentado tendência a redução, através dos anos, nas áreas de produção. A dispersão geográfica, em zonas ecológicas menos propícias, e os plantios, predominantemente de subsistência, com níveis mínimos de utilização de tecnologias adequadas, são fatores apontados como causa desse desempenho (Maia, 1996). Essa redução de produtividade do caupi também se explica pela ocorrência de doenças causadas por vírus, fungos, bactérias e nematódeos (Olaofe et al., 1993).

Como o caupi é plantado, principalmente, por pequenos agricultores os quais não utilizam defensivos químicos, a alternativa mais viável seria o desenvolvimento de cultivares resistentes que substituam as cultivares tradicionais com o objetivo de uma maior difusão do caupi às populações com sérias carências protéicas e alimentares espalhadas nas diversas regiões do país.

As proteínas do caupi possuem alto conteúdo de lisina e de outros aminoácidos essenciais, porém pouca quantidade dos aminoácidos sulfurados metionina e cisteína (Tabela 2).

O caupi é predominantemente cultivado no sertão semi-árido do Nordeste e em áreas isoladas da Amazônia, representando 95 a 100% do total das áreas plantadas com feijão nos Estados do Amazonas, Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte. O Ceará é o maior produtor brasileiro com 20% de produção total (Maia, 1996).

No Estado do Piauí é a principal leguminosa de grãos. Ocupa o segundo lugar de área cultivada e tem destaque sócioeconômico como fonte de proteína e fixador de mão-de-obra (Cardoso et al., 1997).

UTILIZAÇÃO E VALOR PROTÉICO

O caupi é uma leguminosa cultivada para produção de grãos secos, grãos verdes e vagens para alimentação humana, bem como, na produção de ramos e folhas para alimentação animal. Pela sua rusticidade e capacidade de se desenvolver em solos de baixa fertilidade, e também, pela sua habilidade de fixar nitrogênio, constitui-se em uma alternativa para recuperação de solos naturalmente pobres em fertilidade, ou esgotados pelo uso intensivo. Mais recentemente, por ter sido uma das espécies escolhidas pela National Aeronautical and Space Administration - NASA para ser cultivada e estudada nas estações espaciais (Ehlers e Hall, 1997), o caupi passou a ser considerado uma das culturas alimentícias de alta importância estratégica para o futuro da humanidade.

Como pode ser observado na Tabela 1, o caupi, semelhante a outras leguminosas, constitui excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura e não conter colesterol.

TABELA 1. Composição química das sementes de genótipos de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp. expressa em percentagem de peso seco.

Genótipos	Umidade	Proteína total*	Lipídio total	Carboidrato**	Cinzas
Olho de Ovelha	13,08	25,01	2,68	69,43	3,45
Olho de Pomba	10,80	22,95	1,00	59,87	3,38
Santo Inácio	11,60	21,30	2,22	61,70	3,18
Canapu	13,74	23,60	2,82	58,64	1,20
BR-9	14,32	21,09	1,23	74,54	2,33
BR-1 Poty	11,20	21,70	2,80	62,46	1,84
BR-7 Parnaíba	11,30	22,20	3,08	61,28	2,14
BR-10 Piauí	11,32	21,50	2,90	62,00	1,09
BR- Canindé	15,34	21,80	2,70	57,98	2,18
BR17-GURGUEIA	11,07	27,39	1,27	57,64	3,70
BR14- MULATO	11,11	29,29	1,37	55,64	3,68
CNC-405	11,08	25,27	1,04	59,08	3,81
CNC-0434	13,72	21,07	1,64	73,89	2,77
Vita 7	13,93	22,07	1,49	73,34	2,47
CE-315	11,63	21,06	1,71	74,11	3,19
TE90-180-88E	12,01	25,35	2,01	57,03	3,61
TE90-180- 13-E	11,70	25,71	1,20	58,01	3,38
TE 96-290-5G	12,07	22,46	1,24	51,09	3,14
TE96 290 8G	10,23	23,28	0,98	62,07	3,44
TE96- 290 9G	10,74	22,43	0,97	62,62	3,24
TE96-282 276	10,80	23,71	1,01	61,10	3,38
Média	12,03	23,48	1,77	62,54	2,88

Fonte: Maia, 1996; Araujo, 1997; Silva et al., 1999

* Nitrogênio x 6,25 (fator).

** Obtido por diferença.

TABELA 2. Composição em aminoácidos (mg/100mg de farinha) das sementes das seis cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Aminoácidos	BR-1 Poty	BR-7 Parnaíba	BR-10 Piauí	BR-12 Canindé	Santo Inácio	Canapu
ASX	1,53	1,52	1,73	1,47	1,46	1,68
THR	1,16	1,14	1,36	1,20	1,25	1,34
SER	0,54	0,52	0,66	0,54	0,56	0,60
GLX	1,68	1,66	1,81	1,66	1,59	1,79
GLY	0,72	0,74	0,86	0,76	0,76	0,78
ALA	0,90	0,91	0,96	1,93	0,95	0,99
1/2CYS	0,70	0,67	0,68	0,69	0,88	0,77
VAL	1,22	1,25	1,28	1,22	1,08	1,29
MET	1,06	1,11	1,17	1,14	1,25	1,17
ILE	1,33	1,31	1,36	1,40	1,39	1,45
LEU	1,40	1,40	1,48	1,41	1,31	1,50
TYR	1,62	0,55	1,67	1,52	1,80	1,76
PHE	1,72	1,65	1,75	1,74	1,76	1,88
HYS	1,40	1,41	1,51	1,45	1,52	1,52
LIS	1,55	1,60	1,67	1,56	1,43	1,64
ARG	1,91	2,01	0,22	1,80	0,97	2,07
PRO	1,14	1,10	1,15	1,12	1,15	1,17
TRP	0,12	0,14	0,18	0,19	0,20	0,20
Total	21,70	21,69	21,50	21,80	21,31	23,60

Fonte:Araújo, 1997.

No entanto, essa composição das variedades do caupi pode ser melhorada através da manipulação genética de práticas agronômicas do manejo pós-colheita, do armazenamento, da idade das sementes e do tratamento aplicado na preparação das sementes para o consumo humano.

Pelo fato das proteínas serem nutrientes essenciais aos organismos animal e humano, uma das estratégias para se melhorar a qualidade nutricional do caupi é levarmos em consideração, além de seu conteúdo protéico e biodisponibilidade de aminoácidos essenciais, a ausência de toxicidade e/ou de propriedades antinutricionais.

Os aminoácidos essenciais são assim chamados em virtude de seus esqueletos carbônicos não serem sintetizados no organismo dos animais, ou então, não o serem em velocidade suficiente, sendo portanto requeridos em quantidades específicas e por conseguinte devem fazer parte da dieta diária. Para humanos, esses aminoácidos incluem histidina (apenas para crianças), isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina, e possivelmente arginina. Em adição, cisteína e tirosina são sintetizadas no corpo a partir de metionina e fenilalanina, respectivamente (Crim & Munro, 1994).

As proteínas que apresentam deficiência em um ou mais aminoácidos essenciais são consideradas incompletas. O aminoácido que está em falta ou em quantidade insuficiente na proteína é conhecido como “fator limitante”. A ingestão de uma proteína incompleta resulta num baixo valor nutritivo, condicionado ao nível dos fatores limitantes. A situação oposta, ingestão em excesso de um ou mais aminoácidos essenciais, também pode resultar em prejuízo nutricional ou mesmo em sintomas de toxicidade.

Alguns índices, baseados em determinações químicas, são usados na avaliação das proteínas porque estabelecem certas correlações entre a composição da proteína em aminoácidos e o seu valor nutritivo, obtidas através de ensaios biológicos e químicos. O escore químico, por exemplo, é um parâmetro que se baseia na análise quantitativa dos aminoácidos da proteína em estudo, comparando-o com o perfil dos aminoácidos essenciais de uma proteína referência ou padrão (Lajolo et al., 1989, Tagle, 1981).

De acordo com Tagle (1981), os parâmetros usados para medir a qualidade nutricional de proteínas podem ser agrupados em:

- a) medidas baseadas no incremento do peso corporal [eficiência protéica (PER), retenção protéica final (NPR) e valor de lactância(VL)];
- b) medidas baseadas no ganho de nitrogênio corporal ou dosagem de nitrogênio [valor biológico (VB), utilização protéica final (NPU) e digestibilidade (D)]. De uma maneira geral, nesses experimentos são usados ratos jovens, em fase de crescimento, que são alimentados com rações balanceadas em todos os demais itens da dieta, ficando a proteína como única variável (Lajolo et al., 1989; Tagle, 1981).

O PER (“Protein Efficiency Ratio”) é um método original de Osborne et al., citado por Tagle (1981), com ligeiras modificações, que consistem em avaliar o crescimento de animais jovens, alimentados durante quatro semanas com uma proteína teste e relacionar o peso ganho com a proteína ingerida. Já o NPR (“Net Protein Ratio”), método original de Bender & Doell, citado por Tagle (1981), é semelhante ao PER, porém, a duração do experimento é de dez dias e inclui um grupo adicional submetido a uma dieta aprotéica (Lajolo et al., 1989); O VL (valor de lactância), original de Goyco & Asenjo, citado por Tagle (1981), é uma adaptação do PER, porém, usa-se uma rata recém-parida, com a qual foram deixadas apenas seis crias. Avalia-se a evolução de peso da mãe e das crias durante 14 dias (Tagle, 1981). Métodos mais sofisticados incluem:

- a) o VB (Valor Biológico) que quantifica e expressa, percentualmente, a fração do nitrogênio absorvido e o que o animal retém, sendo o nitrogênio retido e o absorvido da dieta obtidos a partir da análise do nitrogênio da urina e das fezes em condições basais (sem ingestão de proteína) e após a ingestão de proteína (Miller & Bender, 1955; Lajolo et al., 1989);
- b) o NPU (“Net Protein Utilization”), método original de Miller & Bender (1955) que consiste em medir a percentagem do nitrogênio da dieta ingerido e o que foi retido no organismo, sendo o nitrogênio retido determinado pelo teor de nitrogênio total da carcaça dos grupos de ratos mantidos com a proteína em estudo, em comparação com o nitrogênio da carcaça do grupo aprotéico.

Finalmente, tem sido empregado, também, a Digestibilidade(D) verdadeira, determinada através do nitrogênio total que é excretado nas fezes, diminuído do nitrogênio endógeno de um grupo semelhante de animais mantidos em dieta sem proteína, pelo mesmo período experimental (Miller & Bender, 1955).

PROTEÍNAS DE RESERVA

As proteínas de reserva de sementes são aquelas que fornecem nitrogênio e aminoácidos no processo de germinação das plântulas, e constituem a principal fonte protéica tanto para o consumo humano como animal. Apesar de terem sido as primeiras a serem estudadas, sua caracterização, subseqüentemente, foi ficando relegada em favor de muitas outras proteínas. Durante os últimos anos, no entanto, o interesse na bioquímica dessas macromoléculas tem sido renovado. Isso se deve particularmente à conscientização sobre a importância das proteínas de reserva como suplemento ou substituto da proteína animal na dieta humana.

As proteínas de reserva de sementes têm sido classificadas como albuminas, globulinas, prolaminas ou glutalinas, dependendo de sua solubilidade em água, solução salina, álcool e alcalino (ou ácidos), respectivamente. Além das sementes, os mesmos tipos de proteínas são também encontrados em órgãos de reserva vegetal, como tubérculos, raízes, rizomas, folhas e caules. Prolaminas e glutelinas predominam em cereais, enquanto as globulinas são as principais proteínas de reserva em sementes de Dicotiledôneas.

A fração albumínica de muitas sementes é baixa, entretanto, em outras, como *Pisum sp.* e *Ácacia sp.*, pode compreender mais de 30% das proteínas extraídas; (Schroeder, 1982). As albuminas contêm a maioria das enzimas, enquanto as globulinas representam as proteínas de reserva. Resultados de alguns trabalhos sobre o teor protéico do feijão caupi são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Teor de proteínas solúveis (mgP/gF)* das diferentes frações protéicas das cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Cultivares	Albuminas	Globulinas	Prolaminas	Glutelinas Ácidas	Glutelinas Básicas	Resíduos
BR-1 Poty	19,63	40,49	1,84	6,13	9,20	23,34
BR-7 Parnaíba	17,39	44,93	2,17	6,52	10,14	18,85
BR-10 Piauí	15,38	36,54	1,92	8,65	20,19	17,32
BR-12 Canindé	18,43	43,26	2,13	6,38	9,20	20,60
Santo Inácio	29,03	35,48	2,58	7,09	10,32	15,50
Canapu	20,83	45,80	1,39	4,86	9,72	17,40

Fonte: Araújo, 1997

*mgp/gf - miligramas de proteínas por grama de farinha

As proteínas de reserva de plantas possuem importantes propriedades do ponto de vista bioquímico e são caracterizadas por seu alto conteúdo de glutamina/ácido glutâmico, asparagina/ácido aspártico, serina e glicina e um baixo conteúdo de cisteína, metionina e lisina. São sintetizadas em grande quantidade no retículo endoplasmático durante o desenvolvimento da semente, e, subsequentemente acumuladas em vacúolos ligados a membrana (corpos protéicos). Durante o estabelecimento da plântula, as proteínas de reserva são hidrolisadas através de proteínas e utilizadas como fonte de nitrogênio pela mesma

PROTEÍNAS TÓXICAS

Os vegetais para assegurarem o seu ciclo vital possuem como mecanismo de defesa um conjunto de substâncias químicas, constitutivas e/ou induzidas, responsáveis pela resistência do vegetal à infecção por vírus, bactérias, fungos, como também, pela resistência à herbivoria raticada por insetos, pássaros e animais,



dentre esses o homem. Esses componentes de defesa são numerosos e de natureza química bastante diversificada.

Há um número considerável de constituintes de origem protéica que parece estar envolvido com a proteção das plantas contra seus agressores naturais, como, as lectinas, inibidores de proteases, inibidores de α -amilase, arcelina, quitinases, glucanases, peroxidases, RIPs e as toxinas vegetais.

O uso de grãos de leguminosas e de outras fontes vegetais como alimento é limitado devido à presença de fatores tóxicos e/ou antinutricionais que, quando consumidos, podem causar respostas adversas para homens e/ou animais.

Em sementes de leguminosas, vem sendo dado ênfase aos estudos das lectinas, inibidores de proteases, proteínas inativadoras de ribossomos (RIPs) e toxinas protéicas, em virtude das potenciais desordens nutricionais e efeitos tóxicos que podem causar quando ingeridos pelo homem e outros animais (Grant et al., 1995).

Em *Vigna unguiculata*, tem sido verificada a presença de baixas quantidades de lectinas, assim como, moderadas quantidades de inibidores de protease quando comparado com soja (Xavier Filho, 1988; Maia, 1996).

As lectinas são definidas como todas as proteínas que possuem pelo menos um domínio catalítico que liga, reversivelmente, a mono ou oligossacarídeo específicos e estão presentes em plantas superiores, assim como, em todas as classes e famílias de seres vivos, desde bactérias e vírus até mamíferos (Liener, 1986). Há evidências crescentes de que a maioria das lectinas tem um papel na defesa de plantas contra diferentes organismos que se alimentam de vegetais inclusive o homem. Isso é justificado pelo fato das lectinas se ligarem a glicoconjugados presentes nas superfícies de microorganismos (por exemplo, bactérias e fungos) ou expostos ao longo do trato intestinal de insetos e mamíferos herbívoros (Peumans & Van Damme, 1995).

No entanto, no que se refere à toxicidade do caupi, diferentes métodos de processamento como: cozimento e decorticação podem reduzir o nível de fatores tóxicos que induzem a flatulência do caupi e, também, melhorar sua digestibilidade (Bender & Doell, 1983, citado por Maia, 1996).

Por sua vez, Liener (1986) verificou que *Vigna unguiculata* apresentou toxicidade peritoneal e o efeito do tratamento com calor melhorou o seu valor nutricional.

Grant et al.(1993), analisando farinhas extraídas de leguminosas, observaram que, a longo prazo, o pâncreas de ratos alimentados com caupi tem um rápido crescimento durante os 15 dias iniciais e somente após 350 dias é que ocorre um segundo período de crescimento rápido. Embora o crescimento do pâncreas de ratos alimentados com caupi siga a mesma tendência de ratos alimentados com soja, esse crescimento pancreático ocorreu sempre em menores proporções. Assim, o padrão geral do crescimento pancreático observado foi, provavelmente, um resultado combinado das mudanças dependentes da idade, da susceptibilidade do pâncreas à ação de fatores antinutricionais das sementes e do efeito acumulativo que surge do uso prolongado de dietas contendo essas sementes.

Vários papéis fisiológicos têm sido propostos para as lectinas de plantas, entre esses, fixação de nitrogênio, inibição do crescimento de organismos patogênicos, transporte de açúcares, de hormônios ou de glicoproteínas etc.

Os inibidores de tripsina, por sua vez, são proteínas ou polipeptídios distribuídos em quase todos os organismos. No reino vegetal, são encontrados nas sementes, tubérculos, folhas e frutos e, certamente, estão envolvidos nas defesas reais das sementes contra uma enorme gama de predadores (Xavier Filho, 1988).

Os inibidores de proteínas serínicas, dos quais fazem parte os inibidores de tripsina, são os mais estudados. Em leguminosas estão divididos em dois tipos: Bowman-Birk e Kunitz. Os inibidores protéicos do tipo Bowman-Birk se caracterizam por apresentarem peso molecular relativamente baixo (8 - 9kDa) e um elevado conteúdo do aminoácido cisteína, formando sete pontes dissulfeto intracadeias. Esse inibidor é considerado dupla cabeça, isto é, possuem dois sítios reativos distintos e, portanto, com capacidade de formar complexos estequiométricos com enzimas e inibir diferentes proteinases, usualmente tripsina e quimiotripsina. Sua atividade é relativamente resistente ao tratamento ácido e à pepsina in vitro. Os inibidores da família Kunitz são de cadeia monomérica,

contendo quatro resíduos de cisteína, os quais formam duas pontes dissulfeto com peso molecular de 21 kDa. Esse inibidor protéico é considerado de cabeça única, sendo específico para tripsina, mesmo apresentando capacidade de inibir, fracamente, a quimiotripsina (Norton, 1991). Sua atividade é, prontamente, suprimida in vitro com ácido ou pepsina.

Portanto, os efeitos gerais da presença de inibidores de protease nas dietas são:

- 1) alteração moderada da digestibilidade das proteínas;
- 2) redução da absorção de nitrogênio e enxofre;
- 3) indução de hipertrofia e hiperplasia pancreática e estimulação excessiva da secreção enzimática;
- 4) aumento da síntese de tripsina e quimiotripsina pelo pâncreas (deste modo aumentando a demanda de metionina e cisteína.);
- 5) diminuição da taxa de crescimento em animais teste (esse efeito pode ser prevenido por inativação dos inibidores por calor, cocção ou suplementação com metionina);
- 6) estímulo da perda endógena de nitrogênio e enxofre;
- 7) estimulação da síntese e liberação de fatores hormonais baixos como colecistocinina que estimula a secreção enzimática do pâncreas;
- 8) hiperplasia nodular, adenoma acinar e adenocarcinoma (a longo prazo, é dependente da ingestão e do nível de proteínas da dieta) Norton, 1991.

Dois tipos de inibidores de protease foram isolados do caupi com atividade antitripsina e anti-quimiotripsina. Ambos inibidores têm massa molecular de aproximadamente 8 kDa, são ricos em meia-cistina e foram classificados como clássicos de Bowman-Birk (Gennis & Cantor, 1976). De fundamental importância nutricional são as afirmações de Norton (1991), que postula serem esses inibidores de proteases do caupi relativamente insensíveis a inativação pelo calor, à autoclavagem em água por períodos prolongados, e, ainda, serem mais efetivos em inibir a quimiotripsina humana do que a bovina. Felizmente, porém, de acordo com as evidências disponíveis, os níveis residuais dos inibidores em alimentos processados e cozidos, aparentemente, não apresentam um significativo risco à saúde humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Nordeste do Brasil, várias cultivares de caupi foram criadas através do melhoramento genético, visando a predominância de caracteres desejados como produção por planta, dias de floração e maturação, e resistência a pragas e doenças, sem, no entanto, ter sido feito estudos sistemáticos da qualidade nutricional do teor protéico dessas cultivares melhoradas .

Visando atender esses objetivos, a presente revisão relata os mais recentes avanços nas técnicas de isolamento e caracterização de proteínas, através das quais tem sido possível obter um melhor conhecimento da qualidade protéica do caupi. Portanto, uma das estratégias para o melhoramento nutricional desse feijão é selecionar cultivares que apresentam proteínas de maior potencial nutritivo, ou seja, proteínas contendo uma composição balanceada de aminoácidos essenciais. Aliado a esses estudos, é necessário, também, obter informações sobre a presença ou ausência de fatores antinutricionais e/ou tóxicos em seus grãos, bem como, sobre a digestibilidade de suas proteínas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. M. M. C. **Caracterização Bioquímica de Sementes de Cultivares de Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Fortaleza: UFC. 84p. Tese Mestrado. 1997

CARDOSO, M. J.; MELO, F. DE B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Densidade de plantas de caupi em regime irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.32, n.4, p.399-405. 1997.

- CRIM, M. C.; MUNRO, H. N. Proteins and amino acids. In: SHILS, M. E. OSLO, J. A. SHIKE, M., ed., **Modern Nutrition in Health and Disease**. New York: Lea & Febiger, 1994. v. 1., cap. 1, p. 3-36.
- EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Fields Crops Research**, n. 53, p. 187- 204, 1997.
- FARIAS, D. C. the origen and evolution of the cultivafed forms of *Vigna sinensis*. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**. V.7. p. 433-52, 1965.
- FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAUJO, J.P. de; WATT, E. E., (org.) **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, p. 27-46, 1988.
- GENNUS, L.S.; CANTOR, D.R. Double headed protease inchibitors from black - eyed peas. Purification of two new proteare inhibitors and the endogenous protease by chromatography. **Journal of Biological Chamistry**, v. 251, n.3, p.734-740, 1976.
- GRANT, G.; DORWARD, P. M.; PUSZTAI, A. Pancreatic enlargement in evident in rats fed diets containing raw soybeans (*Glycine max*) or cowpea (*Vigna unguiculata*) for 800 days but not in those fed diets based on kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) or lupin seed (*Lupinus unguistifolius*) **Journal of Nutrition**, v. 123, p. 2207-2215, 1993.
- GRANT, G.; MORE, L. J. McKENZE, N. H. ; DORWARD, P. M.; BUCHAN, W. C.; TELEK, L.; PUSZTAI, A. Nutritional and haemagglutination properties of several tropical seeds. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v. 124, p. 437-445, 1995.
- LAJOLO, F. M., SANTOS, A. C.; WILSON, E.D. Proteínas e aminoácidos. In: OLIVEIRA, J. E. D. de; SANTOS, A. C.; WILSON, E. D. **Nutrição básica**. São Paulo: Sarvier. p. 29-61., 1989.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, Rio de Janeiro, v.9, n.9, 1997, p. 65-70.

LIENER, I. E. Nutritional significance of lectins in the diet. In: LIENER, I. E.; SHARON, N. GOLDSTEIN, J., ed. **The lectins: properties, functions and applications in biology and medicine**. New York: Academic Press, p. 251-263, 1986.

MAIA, F. M. M. **Composição e Caracterização Nutricional de três cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. EPACE-10, Olho de ovelha e IPA-206**. Dissertação de mestrado apresentada no curso de Pós-Graduação em Bioquímica. UFC. 87 p. 1996.

MARECHAL, R.; MACHERPA, J. M.; STAINER, F. Etude taxonomique d'un groupe complexe d'especies de genres Phaseolus et Vigna (Papilionaceae) sur la base de donnees morphologiques et polliniques, tratées par l'analyse informatique **Boissira**, v. 28, p. 273, 1978.

MILLER, D. S.; BENDER, A. E. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. **The British Journal of Nutrition**. Cambridge, v. 9. p. 382 -328. 1955.

NG, N. Q. Recent developments in cowpea germoplasm collection, conservation evolution and research at the genetic resources, In: NG, N. Q., MONTI, L. M. (ed.). **Cowpea genetic resources**. Thailand: Amarin Printing Group, p. 13-29, 1990.

NORTON, G. Proteinase inhibitors. In: D'MELLO, J. P. F.; DUFFUS, C. M. (ed) **Toxic substances in crop plants**. Edinburgh: The Scottish Agricultural College, p. 69-106, 1991

OLAOFE, O., UMAR, Y. D., ADEDIRAN, G. O. The effect of nematicides on the nutritive value and functional properties of cowpea seeds (*Vigna unguiculata*

(L.) Walp **Food Chemistry**. v. 46, p. 337-341, 1993. PEUMANS, W.J. ;
VANDAMME, J. M. E. Lectins as plant defence proteins. In: PUSZTAI, A;
BARDOCZ, S. (ed.) **Lectins biomedical perspectives**. London:
Taylor & Francis Ltda. Cap.1, p. 1-22, 1995.

SILVA, S. M. S.; FREIRE FILHO, F. R.; NOGUEIRA, M. S.; ROCHA, F. M.R.
Análise elementar e caracterização bioquímica parcial de cinco linhagens de
Vigna unguiculata (L.) Walp. Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal.,
Anais..., p.146. Brasília, DF. 1999.

STEELE W. M.; MEHRA K. L. Structure, evolution and adaptation to farming
systems and environments in *Vigna*. In: SUMMERFIELD, R. J.; BUTING,
A. (ed.). **Advances in legume science**. London: Royal Botanical Gardens,
v. 1, p. 393-402. 1980.

TAGLE, M. A. Proteína: qualidade química e biológica. In: TAGLE, M. A.
Nutrição. São Paulo: Artes Médicas. cap. 4, p. 49-64. 1981.

XAVIER FILHO, J. Estudos bioquímicos desenvolvidos com caupi. In: ARAUJO,
L. P. de O caupi no Brasil. Brasília: IITA/EMBRAPA, 722 p. 1988.



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte***

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Av. Duque de Caxias, 5650. Caixa Postal 01,

CEP 64006-220 Teresina, PI.

Fone:(86)225-1141 Fax (86) 225-1142

