

Características nutricionais e funcionais do Amarantho (*Amaranthus spp.*)

Nutritional and functional characteristics of Amaranth (*Amaranthus spp.*)

ABSTRACT

FERREIRA, T. A. P. C.; MATIAS, A. C. G.; ARÊAS, J. A. G. Nutritional and functional characteristics of Amaranth (*Amaranthus spp.*). *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 32, n. 2, p. 91-116, ago. 2007.

Amaranth is a pseudocereal that has received a lot of interest due to its nutritional, functional and agricultural characteristics, besides its potential use in the food industry. Prior to America colonization, the amaranth grain was considered a holy seed by several pre-Colombian civilizations. It represented the third staple crop for these cultures. Amaranth is among the 36 most promising crops to feed humanity and its cultivation and consumption may increase the food supply to more vulnerable populations. Its leaves (consumed as a vegetable) and its grains (consumed as a cereal) can both be used to prepare bread, cakes, cookies, salad sauces, drinks and other foods. Both the leaf and the grain present exceptional nutritious value. The amaranth grain presents a better amino acid profile as compared to other cereal grains. It is rich in lysine and sulfur amino acids. In the lipid fraction, the high levels of polyunsaturated and monounsaturated fatty acids and squalene are outstanding. The amount of dietary fiber (4% to 8%) exceeds the level observed in other cereals (around 2%). Regarding minerals, Ca, Fe, Zn, Mg and P are present in noticeable amounts. The claim that amaranth would be a functional food has resulted from studies performed with animals, which have demonstrated the grain capacity to reduce the serum cholesterol levels. It is suggested that this property would be related to synergic effects of its components: protein, dietary fiber, amino acid balance, fatty acids and squalene.

Keywords: Functional food.

Cereals. Hypercholesterolemia.

Amino acid balance

TÂNIA APARECIDA PINTO
DE CASTRO FERREIRA¹;
ANDREA CARVALHEIRO
GUERRA MATIAS²;
JOSÉ ALFREDO
GOMES ARÊAS²

¹Faculdade de Nutrição
da Universidade
Federal de Goiás
Rua 227, Qd. 68, S/nº,
Setor Leste Universitário,
Goiânia-GO,
CEP 74605-080

²Departamento de
Nutrição, Faculdade de
Saúde Pública –
Universidade de São Paulo
Av. Dr. Arnaldo, 715.
Cerqueira César,
São Paulo, SP,
CEP 01246-904.

**Endereço para
correspondência:**
Andrea Carvalheiro
Guerra Matias
Av. Dr. Arnaldo, 715.
Cerqueira César,
São Paulo, SP,
CEP 01246-904.
E-mail:
acguerra@usp.br
Tel.: (11) 3061-7765 /
7123-0306

RESUMEN

El Amarantho es considerado uno pseudocereal que ha despertado la atención debido a sus características nutricionales, funcionales, agrícolas y su potencial de aplicación en la industria de alimentos. Antes de la colonización americana el grano de amarantho era considerado sagrado por diversas civilizaciones precolombinas y representaba el tercer cultivo en el consumo de esos pueblos. El amarantho integra la lista de las treinta y seis culturas más promisorias para la humanidad y su utilización podría contribuir para mejorar la seguridad alimentaria de poblaciones vulnerables. Sus hojas, consumidas como hortaliza, y los granos, como cereal, hacen parte de diversas preparaciones culinarias tal como panes, bollos, galletas, salsas para ensaladas y bebidas, entre otros. La hoja y el grano presentan excepcional valor nutritivo. El grano presenta un perfil de aminoácidos superior al de los cereales siendo especialmente rico en lisina y aminoácidos sulfurados. La fracción lipídica se destaca por el alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y escualeno. El tenor de fibra dietética (4% a 8%) supera los valores observados en los cereales (2%) y en relación a los minerales se destaca la presencia de calcio, hierro, zinc, magnesio y potasio en cantidades importantes. La alegación de alimento funcional para el amarantho emana de estudios conducidos con animales, los cuales demostraron la capacidad del grano de reducir los niveles de colesterol plasmático. Se considera que esta propiedad puede estar relacionada a efectos sinérgicos de sus componentes: fibra dietética, proteína, balance de aminoácidos, ácidos grasos y escualeno.

Palabras clave: Alimentos funcionales.
Cereales. Hipercolesterolemia.
Balance de aminoácidos.

RESUMO

O amarantho é um pseudocereal que tem despertado especial interesse devido às suas características nutricionais, funcionais, agrícolas e potencial de aplicação na indústria de alimentos. Antes da colonização das Américas, o grão de amarantho era considerado sagrado para diversas civilizações pré-colombianas, representando a terceira cultura consumida por estes povos. O amarantho integra a lista das 36 culturas mais promissoras para alimentar a humanidade e seu cultivo e consumo poderão aumentar a segurança alimentar de populações vulneráveis. Suas folhas, consumidas como hortaliça, e os grãos, como cereal, participam de diversas preparações culinárias, tais como pães, bolos, biscoitos, molhos de salada, bebidas, entre outros produtos. Tanto a folha quanto o grão apresentam excepcional valor nutritivo. O grão apresenta perfil de aminoácidos muito superior ao de outros cereais, sendo especialmente rico em lisina e aminoácidos sulfurados. Na fração lipídica, destaca-se o alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, monoinsaturados e o escualeno. A fração fibra alimentar (4% a 8%) supera os valores observados nos cereais (2%). E, quanto aos minerais, destaca-se a presença de Ca, Fe, Zn, Mg e P em quantidades significativas. A alegação de alimento funcional para o amarantho advém de estudos conduzidos com animais, os quais demonstraram a capacidade do grão em reduzir os níveis de colesterol sérico. Sugere-se que esta propriedade esteja relacionada a efeitos sinérgicos de seus componentes: fibra alimentar, proteína, balanço de aminoácidos, ácidos graxos e escualeno.

Palavras-chave: Alimentos funcionais.
Cereais. Hipercolesterolemia.
Balanço de aminoácidos.

INTRODUÇÃO

O amaranto é um pseudocereal ainda pouco conhecido no Brasil. Devido às suas particularidades nutricionais, funcionais, agrícolas e potencial de aplicação na indústria de alimentos, vem recebendo especial interesse por parte de grupos de pesquisa e consumidores.

Acredita-se que o amaranto é originário da América Central (TEUTONICO; KNORR, 1985). Seu nome advém de duas palavras gregas que significam “imortal” ou “não perecível” (SAUNDERS; BECKER, 1984), bastante pertinente a uma das principais características da planta: crescer bem em solos áridos, o que geralmente não ocorre com a maioria dos cereais (YÁNEZ et al., 1994).

Já foram identificadas mais de 60 espécies de amaranto, sendo *Amaranthus cruentus* L., *Amaranthus caudatus* L. e *Amaranthus hypocondriacus* L (BREENE, 1991) as mais consumidas e estudadas.

O amaranto pertence à classe das dicotiledôneas e à família das amarantáceas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989), sendo que as diferentes espécies apresentam-se morfológicamente semelhantes com sementes pequenas e em forma lenticular (1 a 1,5mm de diâmetro pesando de 0,6 a 1,0mg), e coloração que varia do branco ao bege, bege claro, vermelho, marrom e preto. A planta, quando ereta, pode alcançar até dois metros de altura (SAUNDERS; BECKER, 1984).

O amaranto expressa um interessante exemplo de cultura subutilizada que evoluiu como resultado de séculos de seleção (KAUFFMAN, 1992). Esta cultura representou a base da alimentação para diversas civilizações pré-colombianas, dentre elas os maias, incas e astecas, as quais o consumiam diariamente. A partir de escritos antropológicos estima-se que o povo asteca produzia, anualmente, em torno de 15 a 20 toneladas de amaranto, representando a sua terceira principal cultura, após o milho e o feijão (HUAIXIANG; CORKE, 1999). Estes povos consideravam o grão de amaranto sagrado, sendo que em rituais religiosos era consumido amassado com sangue humano e oferecido às divindades. No entanto, no período colonial, em conseqüência da pressão exercida pelos espanhóis para erradicar cerimônias pagãs, o amaranto foi banido e o seu cultivo relegado ao esquecimento, mantendo-se espalhado em poucas regiões andinas (BREENE, 1991; BRESSANI, 1989b; KALINOWSK, 1993; YÁNES et al., 1994).

A *National Academy of Science* dos Estados Unidos, desde 1975, inclui o amaranto entre as 36 culturas mais promissoras para alimentar a humanidade. Neste mesmo país, o interesse pelo amaranto se reacendeu a partir dos anos 70, devido aos esforços de pesquisadores, eventos nacionais e internacionais, e ao advento de uma indústria que, mesmo incipiente, processava produtos alimentícios à base de amaranto (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1984).

No Brasil, são recentes os esforços para introduzir o cultivo e o consumo de amaranto. Os primeiros pesquisadores a estudá-lo foram Correa, Jokl e Carlsson (1986), os quais

investigaram o conteúdo de fatores antinutricionais nas espécies *A. cruentus* L., *A. hypochondriacus* L., *A. hybridus* L., *A. anglicus* L. e *A. caudatus* L., cultivadas em vários países e sistemas climáticos, inclusive no Brasil. Posteriormente, pesquisadores da EMBRAPA-Cerrados avaliaram várias espécies de amarantho quanto à sua adaptação ao solo, clima e altitudes do cerrado brasileiro, sendo que inicialmente foram introduzidas como cultura de intercalar na plantação da soja. A espécie *A. cruentus* L. foi a que melhor se adaptou ao clima do cerrado, permitindo o desenvolvimento de uma variedade genuinamente nacional: o BRS Alegria, cujo nome refere-se a um confeito preparado com grãos de amarantho expandidos e embebidos em caramelo, popularmente consumido na páscoa pelo povo mexicano (SPEHAR et al., 2003; TEIXEIRA; SPEHAR; SOUZA, 2003).

PRODUÇÃO E CONSUMO

Vários países em todos os continentes produzem amarantho. Considerando as produções na América Latina: Peru e Bolívia apresentam maior cultivo de *A. caudatus* L.; na Guatemala de *A. cruentus* L.; e no México de *A. hypochondriacus* L.. Kauffman (1992) sugeriu, pois não existem dados oficiais em nível de produção mundial que, em 1993, a China foi a maior produtora mundial de amarantho, tanto para uso do grão, quanto como planta forrageira. Outros importantes centros de produção do grão são as regiões Sudoeste dos Estados Unidos, o México, o Canadá, e a Argentina (BRESSANI, 1989b, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989).

O amarantho é consumido como grão ou hortaliça na dieta de australianos, africanos e asiáticos, destacando-se nepaleses e habitantes das regiões montanhosas do norte e sul da Índia (LEHMANN, 1992 apud LEHMANN, 1996). Na China, muitos produtos têm sido desenvolvidos tais como biscoitos, espaguete, vinhos, vinagre, molhos de soja, entre outros (YUE et al., 1993 apud WU et al., 2000).

O amarantho é uma das poucas culturas em que as folhas são consumidas como hortaliça e os grãos como cereal (LEHMANN, 1992 apud LEHMANN, 1996; PRAKASH; PAL, 1991). Na América Central, a folha é conhecida como *bledos* e grandemente apreciada como hortaliça. Cozidas, são saborosas e de qualidade nutricional tão alta quanto o grão (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1984). Os grãos inteiros ou moídos (farinha) são utilizados em diversas preparações tais como: *tortilhas*, crepes, pudins, bolos, pastas, tortas, mingaus, confeitos, saladas entre outros (BREENE, 1991). Dentre as preparações típicas destacam-se: o *Alegria* no México, feito de sementes expandidas pelo calor e embebidas em solução de xarope ou melado; o *Atole*, bebida mexicana tradicional a base de sementes moídas tostadas, xarope e água; o *Bollos* no Peru, a base de sementes moídas e embebidas em xarope; o *Laddoos* na Índia, espécie de bolacha a base de sementes expandidas fervidas com o arroz; o *Sattoo* no Nepal, mingau preparado com a farinha do grão; e o *Ogi* na Nigéria, um produto fermentado ou moído com o qual se prepara o *Chapati* ou *Chapattis*, espécie de pão não fermentado (SAUNDERS; BECKER, 1984; SINGHAL; KULKARNI, 1988; TEUTONICO; KNORR, 1985).

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Diversas iniciativas têm com sucesso incorporado tanto as folhas como o grão de amaranto em diferentes preparações culinárias e industriais com o intuito de melhorar o valor nutricional das mesmas, estimular o consumo deste pseudocereal, bem como apresentar uma alternativa para fins dietéticos especiais, tais como produtos para indivíduos celíacos.

Vários autores empregaram a farinha de amaranto na elaboração de pães. Tosi et al. (2002) desenvolveram pães com a incorporação parcial da farinha integral e farinha desengordurada hiperprotéica do grão de *A. cruentus* (41 e 51% de proteína, respectivamente em base seca), obtidas por diferentes moagens, com significativa melhora no conteúdo de lisina. Nos produtos desenvolvidos por Burinova et al. (2001), a substituição de 20% de farinha de trigo por farinha de amaranto, afetou negativamente a qualidade do pão, pela diminuição proporcional do conteúdo de glúten, aumento da adesividade e diminuição de volume. Já nos pães desenvolvidos por Ayo (2001) a substituição da farinha de trigo pela de amaranto na concentração de 15% não resultou em diferenças significativas físicas e sensoriais no pão, mas melhorou sua qualidade nutricional pelo aumento do teor de lisina. Ceglinska et al. (2003) incorporou grãos expandidos à formulação do pão (15%), porém utilizou glúten (3%) e leite em pó (3%) para melhorar as propriedades sensoriais e porosidade do produto.

Uma vez que o grão não apresenta gliadina, não é formado glúten a partir da farinha de amaranto. Kuhn et al. (2000) desenvolveram produtos com amaranto em combinação com outros cereais ausentes de glúten, tais como pães, bolos e biscoitos.

Sindhuja, Sudha e Rahim (2005) consideram 25% o melhor valor para incorporação de amaranto na formulação de *cookies*, sendo que a qualidade funcional do mesmo foi melhorada pela adição de glicerol e lecitina de soja.

Marcilio et al. (2005) utilizando o grão *A. cruentus*, brasileiro, da variedade BRS - Alegria, conseguiram desenvolver *cookies* de amaranto isentos de glúten, utilizando como farinha apenas este pseudocereal. A farinha foi avaliada imunologicamente por ELISA para confirmar a ausência de gliadina, sendo os biscoitos posteriormente avaliados por um painel de provadores. Os autores observaram que os diferentes graus de moagem da farinha não influenciaram a aceitação dos provadores, mas sim a quantidade de gordura.

A substituição de farinha de trigo por farinha de amaranto na proporção de 10 a 15% não afetou as propriedades físico-químicas de biscoitos, sendo os mesmos aceitos sensorialmente (SOSNOWSKA; ACHREMOWICZ, 2000).

Shneider e Petrova (2002) desenvolveram macarrão com *A. tricolor*. Foram preparadas diferentes formulações com farinha de trigo e adição de folhas, grãos inteiros e farinha de amaranto, sendo observado aumento no valor protéico, especialmente para a pasta preparada com as folhas. Os autores sugerem as concentrações de 5, 10 e 3% para as massas preparadas com os grãos, a farinha e as folhas de amaranto, respectivamente.

Extratos de folhas de amaranto foram utilizados por Shcherbakova (2002) para aumentar a vida-de-prateleira de leites fermentados, sendo este efeito atribuído aos polifenóis presentes na folha.

Em experiências brasileiras, Colla, Sobral e Menegalli (2006) e Tapia-Blácido, Sobral e Menegalli (2005) consideraram a farinha de amaranto promissora para o desenvolvimento de filmes comestíveis. No primeiro caso, os autores avaliaram a farinha de *A. cruentus* e glicerol sob diferentes proporções, umidades e temperaturas. O filme mais resistente foi o produzido sob baixas temperaturas e umidade relativa (30°C, 40%) (TAPIA-BLÁCIDO; SOBRAL; MENEGALLI, 2005). Colla, Sobral e Menegalli (2006) desenvolveram filmes comestíveis a partir de uma emulsão preparada com farinha de *A. cruentus*, ácido esteárico e glicerol. O filme mais adequado foi obtido com 10g de ácido esteárico, 26g de glicerol, ambos por 100g de farinha de *A. cruentus*, sob velocidade de agitação de 12000rpm.

Dentre várias verduras do hábito alimentar indiano, Fathima, Begum e Rajalakshmi (2001) observaram que as folhas desidratadas do amaranto (microondas, potência alta, frequência de 2450MHz), foram as que apresentaram melhor capacidade de reconstituição, com notas similares as das folhas frescas na análise sensorial.

Estman e Lee (2005), em revisão a respeito do uso de grãos integrais na formulação de produtos extrusados, sugerem o amaranto como uma propícia alternativa frente a grãos tradicionais (trigo, arroz e milho). No Brasil, Chávez-Jáuregui et al. (2003) e Chávez-Jáuregui, Silva e Arêas (2000) otimizaram a extrusão da farinha de *A. caudatus* peruano através da Metodologia de Superfície de Resposta. Este produto, após aromatização, apresentou alta aceitação sensorial, que não diferiu significativamente dos *snacks* de milho comerciais. Ramirez et al. (2005) desenvolveram farinhas extrusadas de amaranto e arroz para serem utilizadas em formulações de bebidas instantâneas, sugerindo potencial aplicação destes produtos na indústria alimentícia devido ao enriquecimento do teor protéico e perfil de aminoácidos.

Os grãos de amaranto expandidos foram utilizados por Gambus et al. (2001) como substitutos da margarina (25 e 35%) em biscoitos, promovendo aumento de proteína, fibra alimentar e ferro, com alta aceitabilidade.

A incorporação do grão de amaranto como ingrediente em preparações culinárias e produtos alimentícios para a alimentação infantil tem sido bem explorada por apresentar o atrativo de possuir alta densidade calórica e baixa viscosidade, esta última a partir do processamento com formação de malte de amaranto, obtido através da germinação da semente. No fim da década de 80, Imeri et al. (1987b) observaram resultados de recuperação de crianças desnutridas com produto obtido a partir do grão de amaranto cozido, posteriormente desidratado em secador de rolos, cuja farinha obtida era oferecida com leite, água ou ambos.

Os grãos do amaranto e as folhas também têm sido utilizados como alimento de baixo custo em suplementos alimentares para recém-nascidos e crianças na Índia e alguns

países da África. Em alguns países onde o amarantho faz parte do hábito alimentar da população, o grão já foi incorporado em formulações de programas governamentais para a alimentação de crianças durante o desmame (KOEPE et al., 1987) e em estratégias de intervenção no combate à má nutrição calórica e anemias por deficiência de ferro de crianças e recém-nascidos (OLOGUNDE et al., 1994; WHITAKER; OLOGUNDE, 1990).

Dentre outros usos da planta estão a ornamentação de ambientes e o tingimento, sendo o pigmento extraído das folhas utilizado para colorir bebidas alcoólicas (Bolívia e Argentina) e bolinhos de milho (México e Estados Unidos) (TEUTONICO; KNORR, 1985).

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS

As folhas de algumas espécies são potenciais fontes de carotenóides, proteínas e minerais (PRAKASH; PAL, 1991; SRIKUMAR, 1993). Quando colhidas após 40 dias da emergência da semente do solo, idade fisiológica considerada ideal para um maior rendimento e uma melhor composição química das partes vegetativas, são excepcionalmente ricas em cálcio (2.279,8mg/100g), proteína (22,7g/100g), β -caroteno (24,1mg/100g), fósforo (740,9mg/100g) e ferro (52,7mg/100g), em base seca (ALFARO et al., 1987). Contudo, uma das principais dificuldades de sua exploração comercial é a presença de fatores antinutricionais, tais como ácido fítico, polifenóis e ácido oxálico (PRAKASH; PAL, 1991; YADAV; SEHGAL, 2003).

Os grãos apresentam excepcional valor nutritivo. Sua composição média apresenta cerca de 15-16% de proteína, 7-8% de lipídio, 50-60% de amido e 8% de fibra alimentar (PEDERSEN; KALINOWSKI; EGGUM, 1986).

O embrião do grão de amarantho consiste de um único anel embrionário que circunda de maneira muito próxima o perisperma, fora da superfície do endosperma. Em outros grãos é observado o contrário, o embrião é circundado pelo endosperma (IRVING; BETSCHART; SAUNDERS, 1981). Na fração embrião-casca foram observados teores mais altos de nutrientes do que no grão inteiro: 2,3 a 2,6 vezes mais nitrogênio, lipídios, fibra alimentar e cinzas; 2,3 a 4 vezes mais tiamina, riboflavina e niacina, e de 1,4 a 2,5 vezes mais minerais (BETSCHART et al., 1981).

Os métodos de processamento que envolvem a expansão do grão (*popping*) não danificam o anel diplóide do embrião, ou o fazem de forma branda, contribuindo para a preservação do valor nutritivo do grão, tanto da qualidade protéica, quanto da atividade das vitaminas lipossolúveis (LEHMANN, 1992 apud LEHMANN, 1996).

QUALIDADE PROTÉICA

Na determinação e comparação com dados da literatura do conteúdo protéico do grão do amarantho alguns pesquisadores têm usado o fator 6,25 como base na determinação do

conteúdo de proteína (BRESSANI; GARCIA-VELA, 1990; IMERI et al., 1987c; LUQUEZ; FERNANDES; MUCCIARELLI, 1996). Correa, Jokl e Carlsson (1986) determinaram fatores de conversão de 6,0 para *A. hypochondriacus* L., 6,02 para *A. cruentus* L., 5,92 para *A. gangeticus* L., 5,92 para *A. mantegazzianus* L. e 6,00 para *A. anclancalius* L.. Assim, a interpretação dos teores de proteína dos diversos trabalhos da literatura deve ser feita com muito cuidado, com especial atenção ao fator de conversão de nitrogênio em proteína utilizado.

O grão de amarantho apresenta teor de proteína mais alto que o dos cereais, bem como aminoácidos em quantidade superior e balanço mais adequado, quando comparados à qualidade de proteína de outras dietas (BRESSANI; MARTELL; GODÍNEZ, 1993). É particularmente rico em lisina e, em aminoácidos sulfurados (BRESSANI; ELÍAS; GARCIA-SOTO, 1989a; BRESSANI; MARTELL; GODÍNEZ, 1993; IMERI et al., 1987c). Bressani (1989b) comparou cinco espécies de sementes de amarantho de diferentes cores e observou que independentemente da espécie, da cor, ou país de origem, a variabilidade entre os teores de proteína é muito grande, entre 13,5% a 22,5%, com média geral de 15%. A espécie *A. caudatus* L. aparentemente contém as menores quantidades de proteína e a espécie *A. cruentus* L. as maiores. Imeri et al. (1987b) observaram em 25 cultivares de *A. caudatus* L., semeados na mesma localidade e com práticas de cultivo idênticas, concentrações variando de 11,1% a 13,9% de proteína. Bressani et al. (1987b) encontraram teores variando de 12,5 a 14,8% para três cultivares de *A. caudatus* L., de 14,7 a 16% para três cultivares de *A. cruentus* L. e de 13,7 a 15,6% para sete cultivares de *A. hypochondriacus* L. As razões para estas diferenças resultam da interação entre os fatores genéticos, condições ambientais e práticas de cultivo (BRESSANI; SÁNCHEZ-MARROQUÍN; MORALES, 1992).

Também a cor da semente tem sido relacionada com a qualidade protéica. Sementes de cor clara têm melhor qualidade protéica do que as de cor escura. Bressani (1989b) observou que animais alimentados com sementes de cor clara apresentaram ganho de peso mais elevado e maiores valores do índice de avaliação biológica de proteína, *Net Protein Ratio* (NPR), do que animais alimentados com sementes escuras.

O cozimento do amarantho por 10 minutos aumenta o valor de NPR. Se o tempo de cozimento se prolongar por 40 minutos ou mais este índice pode diminuir (IMERI et al., 1987b), possivelmente pela diminuição da disponibilidade de um ou mais aminoácidos, além da lisina. O aquecimento prolongado, apesar de não alterar significativamente o teor de lisina, aumenta a porcentagem de amido danificado. Assim, o melhor tempo de cozimento úmido para o amarantho é de cerca de 10 minutos, o que também se aplica aos outros processamentos por via úmida ou por via seca (BETSCHART et al., 1981; BRESSANI; SÁNCHEZ-MARROQUÍN; MORALES, 1992). O reduzido tempo de processamento representa uma significativa economia de energia, particularmente em regiões onde esta é limitada e cara, principalmente quando comparado ao tempo de cozimento do feijão comum, que à pressão atmosférica necessita de 180 a 240 minutos (BRESSANI; SÁNCHEZ-MARROQUÍN; MORALES, 1992).

Segundo Imeri, Elías e Bressani (1987a) e Bressani et al. (1987c), a digestibilidade da proteína do amarantho não muda significativamente com o cozimento, que promove maior

quantidade de lisina disponível e aumento do NPR em relação ao amaranto cru. Contudo, dependendo da variedade estudada, a torrefação pode diminuir a digestibilidade e a quantidade de lisina disponível, embora os valores de NPR de grãos de amaranto torrados sejam, mesmo assim, maiores em relação ao amaranto cru. Ferreira e Arêas (2004) verificaram em estudo experimental com ratos que os grupos alimentados com *A. caudatus* extrusado apresentaram melhor *Protein Efficiency Ratio* (PER) do que os grupos alimentados com caseína e *A. caudatus* cru e torrado. Os autores sugerem como explicação a inativação de fatores antinutricionais, aumento da palatibilidade e disponibilidade de carboidratos pelo processo de extrusão, mas não o aumento da digestibilidade da proteína. Em estudo de Gamel et al. (2004), observou-se que o grão expandido (*popping*) apresentou redução de 9 e 13% no valor de proteína verdadeira para as espécies *A. caudatus* e *A. cruentus*, respectivamente. Este processamento também promoveu perda de aminoácidos essenciais tais como lisina, tirosina, fenilalanina e metionina, bem como redução do PER e digestibilidade aparente.

O teor de proteína no embrião é mais alto e o seu conteúdo de aminoácidos mais balanceado em relação às proteínas do endosperma. Esta distribuição pode explicar as altas concentrações de lisina encontradas no grão de amaranto, quando comparado com outros grãos de cereais, já que nestes a lisina concentra-se no endosperma (BRESSANI 1989b; TEUTONICO; KNORR, 1985).

Nos últimos anos, o amaranto vem sendo apontado como potencial substituto na dieta do paciente celíaco (THOMPSON, 2001). A fração gliadina, uma prolamina, presente no trigo, cevada e aveia é responsável pelas reações alérgicas que afetam a mucosa intestinal destes indivíduos. O trigo, a cevada e o centeio são plantas monocotiledôneas ao passo que o amaranto e outros pseudocereais são dicotiledôneas, consideradas *seguras*; não alergênicas (KASARDA, 2000). Aubrecht et al. (1998) verificaram que o conteúdo de prolaminas no amaranto está abaixo dos valores necessários para causar danos à mucosa de celíacos. Fato confirmado por Matuz et al. (2000) que observaram que o amaranto não reage ao teste que utiliza anticorpos policlonais anti-gliadina (trigo) produzidos em coelhos.

PERFIL LIPÍDICO

Observa-se grande variação no teor lipídico no amaranto, mas não no seu perfil em ácidos graxos. Em 41 variedades de diferentes espécies de amaranto foram verificados teores de lipídios de 8 a 68g/kg de grão com teores de ácidos graxos insaturados variando de 666 a 890g/kg do total de lipídios (PRAKASH; PAL, 1992).

Os principais ácidos graxos encontrados em todas as amostras estudadas foram: palmítico (16:0), oléico (18:1), linoléico (18:2) e quantidades traços de mirístico (14:0), palmitoléico (hexadecanóicos) (16:1), octatrienóicos (18:3) e eicosaenóico (20:0) (BREENE, 1991; BRESSANI et al., 1987b; PRAKASH; PAL, 1992; YÁNEZ et al., 1994). Somente Breene (1991) detectou ácido linolênico (C18:3), nas concentrações de 0,3 a 2,0g/100g do total de lipídios.

Todas as espécies estudadas foram consideradas promissoras em relação à sua composição de ácidos graxos, com a preponderância de ácidos graxos insaturados e presença importante de monoinsaturados (BREENE, 1991; PRAKASH; PAL, 1992; YÁNEZ et al., 1994). No quadro 1, são apresentados o perfil de ácidos graxos de algumas variedades de amarantho. Os teores de ácidos graxos entre mesmas espécies, avaliados em diferentes trabalhos, não são significativamente distintos.

Amostras	C16:0 ¹	C18:0 ²	C18:1 ³	C18:2 ⁴	C18:3 ⁵	Referências	
Grão							
<i>A. cruentus</i>	18,5	3,70	26,3	47,6	ND	BERGER et al., 2003b	
<i>A. cruentus</i> ³	ND	3,38	29,0	36,5	ND	BERGANZA et al., 2003	
<i>A. cruentus</i>	20,4	3,90	32,1	38,2	ND	LOEN-CAMACHO et al., 2001	
<i>A. cruentus</i>	27,0	1,4	27,9	38,1	ND	HE e CORKE, 2003	
<i>A. hypocondriacus</i>	24,0	0,9	33,7	38,9	ND		
<i>A. tricolor</i>	24,3	1,1	25,9	46,9	ND	BRUNI et al., 2001	
<i>A. caudatus</i> ¹² (equatoriano)	17,9	3,50	23,9	45,9	ND		
<i>A. caudatus</i> ¹² (italiano)	17,5	2,71	27,5	43,7	ND	PRAKASH e PAL, 1992	
<i>A. caudatus</i> ⁶	22,8	1,34	32,3	42,9	ND		
<i>A. cruentus</i> ⁷	27,6	1,59	29,7	41,0	ND		
<i>A. dubis</i> ⁸	23,8	0,22	23,9	52,0	ND		
<i>A. edulis</i> ⁸	28,5	1,44	28,3	40,9	ND		
<i>A. graecizans</i> ⁸	27,3	0,83	38,3	33,4	ND		
<i>A. hybridus</i> ⁹	22,5	1,25	23,0	46,2	ND		
<i>A. lividus</i>	25,8	0,52	33,1	40,4	ND		
<i>A. tricolor</i>	17,6	1,30	30,9	49,3	ND		YÁNEZ, 1994
<i>A. caudatus</i> ¹⁰	19,7	3,40	33,0	34,3	ND		
<i>A. caudatus</i> ¹¹	18,5	3,30	34,2	32,5	ND	BRESSANI et al., 1987b	
<i>A. caudatus</i>	18,6	2,33	27,5	48,6	ND		
<i>A. hybridus</i>	19,0	2,92	22,2	53,3	ND		
<i>A. cruentus</i>	19,9	3,62	31,9	43,4	ND		
<i>A. hypocondriacus</i>	21,3	2,90	23,5	51,5	ND		
Folha							
<i>A. cruentus</i>	15,5	1,37	6,96	18,1	56,8	HE e CORKE, 2003	
<i>A. hypocondriacus</i>	13,5	1,74	6,68	18,6	58,5		

¹palmítico, ²esteárico, ³oléico, ⁴linoléico, ⁵linolênico. ⁶média de 11 variedades, ⁷média de 4 variedades, ⁸Média de 2 variedades, ⁹média de 14 variedades, ¹⁰variedade A, ¹¹variedades B, ¹²extração por fluido supercrítico, ¹³média de 4 variedades, ND: não determinado ou não detectado.

Quadro 1 - Perfil percentual de ácidos graxos do total de lipídios em amostras de amarantho

Apesar do perfil lipídico do grão de amarantho ser semelhante ao de outros cereais, ele apresenta um diferencial por sua fração insaponificada ser rica em esqualeno (BERGANZA et al., 2003), um hidrocarboneto (terpeno) ao qual estão associados diversos benefícios à saúde, entre eles, efeitos hipocolesterolemizantes e anticarcinogênicos (HE et al., 2002). Nos seres humanos, o esqualeno é um intermediário da síntese de esteróis. Comercialmente, apresenta valor para a indústria de cosméticos (penetrante da pele) e lubrificantes (BECKER, 1989; BECKER et al., 1981; BREENE, 1991; LEHMANN, 1996). Este terpeno é tradicionalmente obtido a partir de animais marinhos (principalmente do óleo de fígado do tubarão). No entanto, com o aumento das leis de proteção à fauna marinha, o amarantho desponta como fonte potencial na sua produção (SALA et al., 1998).

A fração do óleo de amarantho insaponificável (tais como pigmentos, vitaminas, esteróis, graxas e esqualeno) para a espécie *A. cruentus* L., representa 9,8% da fração lipídica, principalmente devido à alta quantidade de esqualeno (6,8%) (BERGER et al., 2003b). He et al. (2002) encontraram aos teores de 3,6 e 6,1% para *A. hypocondriacus* e *A. Tricolor*, respectivamente. Berganza et al. (2003) determinaram o esqualeno para 4 variedades de *A. cruentus*, obtendo a média de 4,58%. Para o *A. caudatus* equatoriano e italiano, Bruni et al. (2001) encontraram concentrações de esqualeno de 7,9 e 8,1% respectivamente, a partir de extração por fluido supercrítico.

POLISSACARÍDEOS E AÇÚCARES

Segundo Becker et al. (1981), o perfil de açúcares de dez amostras de amarantho foi obtido por cromatografia gasosa e líquida de alta eficiência. O açúcar que se apresentou em maior concentração foi a sacarose, 92 vezes mais concentrada no amarantho do que no trigo, no triticale e no milho. Glicose e frutose, como na maioria dos grãos maduros, foram encontradas em teores traços. Também foram encontrados os oligossacarídeos rafinose, inositol e estaquiose. O dissacarídeo maltose foi observado em pequenas quantidades e em todas as amostras, a maltotriose esteve ausente. Através da autólise das amostras em pH de 5,0 e de 6,5 por 16h, observaram-se a presença de enzimas hidrolizantes dos sacarídeos: invertase, α -amilase e fitase (BECKER et al., 1981). Fretzdorff e Welge (2003) não encontraram frutanos no grão de amarantho.

O amido é o polissacarídeo mais abundante do amarantho representando 50 a 60% do total do grão (SAUNDERS; BECKER, 1984). Os grânulos de amido são os menores já encontrados na natureza, medindo de 1 a 3 μ m de diâmetro, menor que outros grânulos de amido como os de arroz, que variam de 3 a 8 μ m e os de batata que alcançam 100 μ m de diâmetro (BREENE, 1991). A forma do grânulo foi caracterizada como poligonal com superfície lisa, correspondendo a 2/3 do peso da semente. Os grãos de amido são estocados no perisperma (JIAN; KUHN, 1999). Os grânulos de amido apresentam grande poder de intumescimento, e são resistentes ao descongelamento (LEHMANN, 1996).

O amido do *A. cruentus*, por exemplo, apresenta alto poder de intumescimento, baixa solubilidade, alta retenção de água e baixa suscetibilidade à α -amilase quando

comparado ao amido de milho (CALZETTA-REZIO; TOLAVA; SUAREZ, 2000; TEUTONICO; KNORR, 1985). Em geral, o amido das espécies de amaranto apresenta baixa temperatura de gelatinização e boa estabilidade sob congelamento (BREENE, 1991). No entanto, verifica-se grande intervalo de temperatura característica de gelatinização, da ordem de 20°C (HOOVER; SINNOTT; PERERA, 1998; JIAN; KUHN, 1999).

Saunders e Becker (1984) verificaram que o conteúdo de amilose no amido de *A. cruentus* L. foi de 4,8% e Jian e Kunh (1999) de 7,8%. Hoover, Sinnott e Perera (1998) observaram que 10,3-15,8% do total de amilose estão complexados a lipídios.

Mikulikova e Kraic (2006) investigaram a fração de amido resistente retrogradado (R3) de vários vegetais, entre cereais, pseudocereais e leguminosas, e encontraram uma baixa concentração de R3 no amaranto, da ordem de 1,26g/100 (base seca). Uma vez que o amido do amaranto apresenta em média 10% de amilose, esta é lentamente retrógrada, justificando a baixa concentração de R3 encontrada. Este valor foi semelhante ao encontrado para a quinoa (1,24g/100g base seca). A título de comparação seguem os valores de R3 de outros grãos analisados no mesmo estudo (g/100g em base seca): tritcale 5,3; centeio 4,9; trigo 3,9; cevada 2,5; aveia 0,4; trigo-sarraceno 3,8; painço 2,8 e sorgo 1,6.

Guerra-Matias e Arêas (2004, 2005) observaram a digestibilidade *in vitro* e *in vivo* do extrusado do amido do grão *A. cruentus*, variedade BRS Alegria, brasileiro, verificando alta digestibilidade quando comparado com o controle de pão branco. O Índice de Hidrólise *in vitro* e Índice Glicêmico foram 103 e 107, respectivamente. Estes resultados são atribuídos ao pequeno tamanho do grânulo de amido do amaranto (3µm) e a sua baixa temperatura de gelatinização.

Fibra alimentar

Segundo Tosi et al. (2001), a fibra alimentar é encontrada no amaranto em concentrações que variam de 4 a 8%, maiores que na maioria dos grãos de cereais comuns (2%). Observou-se uma relação entre fibra insolúvel/solúvel de 9,3 em uma fração do grão de amaranto com alto teor em fibra alimentar obtida após o grão ser submetido a diferentes moagens e separados pneumáticamente. Este valor é considerado comum entre os produtos comerciais de alto teor de fibra alimentar (TOSI et al., 2001).

Em ensaio biológico com ratos, embora não especificassem a origem e natureza da fibra empregada, Danz e Lupton (1992) sugerem que a fibra alimentar oriunda do *A. cruentus*, seria responsável pela maior redução nos níveis de colesterol sérico e teor de lipídios no fígado dos animais ao ser comparada com outras fontes de fibra como a pectina, celulose e farelo de aveia. Esse resultado também se repetiu em relação à proteção ao câncer de colón, apesar deste último efeito ter sido menor que o promovido pela celulose. Sugere-se que a fibra do amaranto age no colón de forma diluidora na proteção ao câncer e promotora do aumento da proliferação tissular, bem como seqüestrante do colesterol da dieta e pode ser mais uma fonte de fibra alimentar de grande interesse comercial e nutricional (TOSI et al., 2001).

VITAMINAS

Os isômeros de vitamina E protegem o anel embrionário do grão, rico em lipídios, da oxidação, principalmente durante a estocagem do grão (LEHMANN; PUTNAM; QURESHI, 1994). Estudos sugerem que os tocotrienóis são responsáveis pela regulação do metabolismo do colesterol em humanos, além de possuírem atividade anti-tumoral e alta atividade antioxidante *in vitro* (LEHMANN, 1992 apud LEHMANN, 1996). O quadro 2 apresenta os teores de tocoferol encontrados por Bruni et al. (2001).

Tocoferóis	α -tocoferol	β -tocoferol	γ -tocoferol	δ -tocoferol	Referência
<i>A. caudatus</i> Equatoriano	27,8	33,9	1,10	2,10	BRUNI et al., 2001
<i>A. caudatus</i> Italiano	23,6	29,0	3,00	11,8	

Quadro 2 - Teores de α , β , γ , δ e total de tocoferóis nos grãos de *A. caudatus* equatoriano e italiano (mg/kg) em base seca

Algumas vitaminas foram determinadas para duas variedades do *A. cruentus* L. (variedades 1 e 2) (BECKER et al., 1981). No quadro 3, podem ser comparadas as recomendações adaptadas à população brasileira, para crianças de 1 a 3 anos de idade.

Vitaminas	<i>A. cruentus</i> ¹ Variedade 1	<i>A. cruentus</i> ¹ Variedade 2	<i>A. hypochondriacus</i> ^{2,3}	Recomendações (mg/dia) ⁴
Riboflavina	0,2	0,2	1,2	0,8
Niacina	1,2	1,5	ND	9,0
Ácido Ascórbico	ND	4,5	ND	31
Tiamina	0,1	0,1	0,2	0,5

¹Becker et al. (1981), ²Lehman (1992), ³Dodok (1994), ⁴Vanuchi et al. (1990), ND: não determinado.

Quadro 3 - Teores de riboflavina, niacina, ácido ascórbico, tiamina e β -caroteno do grão de amarantho (mg/100g) em base seca, e recomendações adaptadas à população brasileira para crianças de 1 a 3 anos de idade¹

MINERAIS

O amarantho é considerado boa fonte de minerais, com conteúdo variando, dependendo da espécie, de 141 a 241mg/100g no cálcio, de 2,5 a 13,9mg/100g no ferro,

de 2,95 a 3,95mg/100g no zinco, de 2,03 a 4,53mg/100g no manganês e de 478 a 510mg/100g no fósforo. Estas concentrações representam de 18 a 30% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) (BRASIL, 1998a), de cálcio, 18 a 99% de ferro, 20 a 26% de zinco, 41 a 91% de manganês e 60 a 64% de fósforo. Dessa forma, no que se refere às informações nutricionais complementares (BRASIL, 1998a) o amarantho pode receber a alegação de conter alto teor de manganês e fósforo, e para a maioria das espécies, ferro. Quanto ao zinco e cálcio pode-se alegar que o grão de amarantho é fonte destes minerais. No quadro 4, são apresentados os teores de minerais em diferentes espécies e variedades de grão de amarantho.

Espécies	Ca	P	Cu	Zn	Mn	Fe	Fontes
Grão							
<i>A. cruentus</i> ¹	213,6	ND	0,9	3,8	2,4	11,6	BECKER et al., (1981)
<i>A. cruentus</i> ²	141,2	480	0,6	3,0	2,1	12,4	YANEZ et al., (1994)
<i>A. hypochondriacus</i>	241,0	478	1,2	3,5	4,5	13,9	DODOK et al., (1994)
<i>A. mantegazzianus</i> ³	216,0	510	0,6	3,3	2,0	2,5	ARELLANO et al., (1992)
<i>A. caudatus</i>	187,5	523	0,6	3,4	ND	11,5	PEDERSEN, (1987)
Folha							
<i>A. tricolor</i> ⁴	1700	nd	nd	79,1	10,8	123,4	SUDHIR et al., (2006)
<i>A. tricolor</i>	2120	nd	nd	12,6	nd	34,1	YADAV and SEHGAL, (2003)
<i>A. ssp</i>	3590	nd	nd	nd-	nd-	nd-	BOUKARI et al., (2000)
<i>A. ssp</i>	2280	nd	nd	nd	nd	52,7	ALFARO et al., (1987)

¹média de 7 variedades, ²média de 2 variedades, ³média de 4 variedades, ⁴média de 30 linhagens; ND: não determinado.

Quadro 4 - Teor de minerais em amostras no grão de cru (mg/100g) em base seca

O ferro do amarantho oferecido a ratos anêmicos mostrou-se bem absorvido através do método de repleção hemoglobínica. A porcentagem de ferro absorvido de amarantho fortificado com sais de ferro NaFeEDTA (etilenodiaminotetracetato de sódio e ferro), FeC₄H₂O₄ (fumarato ferroso) ou FeSO₄ (sulfato ferroso), foi maior do que apenas amarantho

(WHITTAKER; OLOGUNDE, 1990). O amarantho foi considerado um veículo útil em estratégias de intervenção no combate à má nutrição calórica e anemias por deficiência de ferro de recém-nascidos e pré-escolares.

FATORES ANTINUTRICIONAIS

Fatores antinutricionais são substâncias às quais tradicionalmente atribui-se a promoção de efeitos fisiológicos adversos tais como a diminuição da biodisponibilidade de minerais e inativação de enzimas. Contraditoriamente, pesquisas recentes têm atribuído a muitos fatores antinutricionais efeitos benéficos, entre eles ação hipocolesterolêmica e antioxidante (THOMPSON, 1993).

Para o grão de amarantho a presença de fatores antinutricionais não está bem esclarecida. A atividade ureásica (pH) e ácido oxálico não foram detectados no *A. mantegazzianus* L. Observa-se que taninos, fitatos, antienzimas, hemaglutininas, e saponinas (Quadros 5 e 6) estão presentes em quantidades pequenas em algumas variedades de amarantho, sendo que não apresentam potencial antinutricional comprovado, provavelmente em virtude de serem termolábeis. Embora estas substâncias possam ser deletérias para alguns animais, pouco é sabido sobre seus efeitos em seres humanos (LIENER, 1994).

As concentrações de taninos observadas são típicas de outros grãos e a diferença entre as amostras não é significativa pela pouca especificidade do método utilizado (BECKER et al., 1981). O conteúdo de polifenóis, dado pelo equivalente de ácido tânico em base seca, variou de 0,20 a 0,56 entre diferentes espécies de amarantho. Este conteúdo ainda deve ser investigado, seus componentes caracterizados e avaliados como nocivos ou não à saúde dos indivíduos (CORREA; JOKL; CARLSSON, 1986).

A atividade da fitohemaglutinina e o grau de hemólise (atividade hemolítica atribuída à presença de saponinas) apresentaram valores baixos, e não são considerados como fatores capazes de reduzir a qualidade nutricional do produto (CORREA; JOKL; CARLSSON, 1986).

A atividade de inibidores de tripsina variou de 938 a 5.454 UIT/g (unidades inibidoras por grama) entre diferentes espécies de amarantho. A soja crua apresenta valores que variam de 15.000 a 110.000 UIT/g e o feijão jalo 23.300 UIT/g (CORREA; JOKL; CARLSSON, 1986).

Gamel et al. (2004) investigaram os teores de fitatos, compostos fenólicos e inibidores de tripsina, quimiotripsina e α -amilase nos grãos de *A. cruentus* cru, torrado e expandido. Observa-se que os processamentos térmicos avaliados não reduzem significativamente fitatos e compostos fenólicos, em torno de 15 a 20%, respectivamente. Quanto à inativação dos inibidores de proteases, o cozimento é mais eficiente na inativação dos mesmos (Quadro 7).

Amostras	Fitato	Tanino	Referências
	(mmol/100g)	(g/100g)	
<i>A. cruentus</i> (cultivar comercial)	2,2	0,1	BECKER et al., (1981)
<i>A. cruentus</i> (cultivar comercial)	3,1	0,1	
<i>A. hypochondriacus</i> (Colorado)	3,1	0,1	
PI.337611 n. N, estresse água	2,9	0,2	
PI.33761175 lbs. N	3,2	0,3	
PI.337611150 lbs. N	2,4	0,2	
<i>A. cruentus</i> X <i>A. Hypochondriacus</i>	2,8	0,4	
PI. 274277, 75 lbs. N	2,3	0,3	
Crop X weed Hybrid.	3,4	0,3	
<i>A. edulis</i>	–	0,2	
	(mg/100g)	(g/100g)²	
<i>A. caudatus</i> cru	8,2	0,1x10 ⁻²	FERREIRA, (1999)
<i>A. caudatus</i> extrusado a 11%	8,2	0,1x.10 ⁻²	
<i>A. caudatus</i> extrusado a 15%	8,0	0,1x.10 ⁻²	
<i>A. caudatus</i> extrusado a 24 %	9,4	0,1x10 ⁻²	
		(g/100g)¹	
<i>A. caudatus</i> cru ^a	ND	0,35	PEDERSEN, (1987)
<i>A. caudatus</i> expandido ^b	ND	0,35	
<i>A. caudatus</i> flocado	ND	0,30	
<i>A. caudatus</i> tostado ^a	ND	0,25	
		(g/100g)¹	
Milheto	ND	0,2	BECKER et al., (1981)
Trigo	ND	0,2	
Triticale	ND	0,2	

¹expressos em porcentagem de ácido tânico, ²expressos em equivalente de catequina, ND: não determinado, ^amédia de 3 variedades, ^bmédia de 4 variedades.

Quadro 5 - Taninos e fitatos presentes no grão de amarantho cru e extrusado em base seca

Amostras	Saponina (grau de hemólise) ¹	UIT/g ²	Tanino (g/100g) ³	Hema-glutinina Humana ⁴	Digesti-bilidade <i>in vitro</i>	Fontes
<i>A. hypochondriacus</i> (amarelo) ^a	2	5.200	0,35	2	76	CORREA et al., (1986)
	2	5.006	0,42	3	70	
	2	5.454	0,56	2	70	
<i>A. anclanocalius</i> (preto) ^a	2	2.286	0,35	2	64	
	2	1.119	0,29	2	61	
	1	1.175	0,20	3	64	
<i>A. gangeticus</i> (preto) ^b	2	2.104	0,23	2	62	
	2	938	0,41	2	62	
<i>A. mantegazzianus</i> (amarelo) ^b	1	4.784	0,33	2	67	
	2	3.886	0,54	2	68	
<i>A. cruentus</i> (amarelo)	2	2.994	0,27	2	70	
<i>A. caudatus</i> (10 min. de cocção)	ND	0	0,015	2	ND	IMERI et al., (1987b)
<i>A. caudatus</i> cru	ND	0	0,015	6	ND	
<i>A. caudatus</i> (30 min. de cocção)	ND	0	0,015	0	ND	
<i>A. mantegazzianus</i>	ND	1506 ⁵	ND	ND	–	ARELLANO, (1992)
Média de 33 cultivares	ND	2.500	0,417	ND	–	BRESSANI et al., (1987d)

^a média de 3 variedades; ^b média de 2 variedades;

¹ 1 e 2 graus de hemólise representa baixa atividade hemolítica;

²UIT/g: atividade inibidora de tripsina/1 grama de amostra;

³equivalente de ácido tânico;

⁴leituras apresentadas como título hemaglutinante, representam a diluição do extrato da amostra: 0,85% NaCl = 1:10 que tiveram aglutinação visível com eritrócitos;

⁵cálculo a partir do fator de conversão Nx 5,85;

ND: não determinado.

Quadro 6 - Teor de saponina e unidades inibidoras de tripsina, tanino e hemaglutininas para diferentes espécies, em base seca

	<i>A. caudatus</i>			<i>A. cruentus</i>		
	cru	expandido	cozido	cru	expandido	cozido
Fitatos (g/kg)	4,10	3,50	3,30	4,00	3,40	3,30
Compostos fenólicos (g/kg)	5,24	4,28	3,96	5,16	4,46	3,53
Inibidor de tripsina (TIU/mg)	4,34	1,22	1,56	3,05	0,36	0,4
Inibidor de quimi tripsina (CIU/mg)	0,21	0,17	0,00	0,26	0,11	0,00
Inibidor de amilase (AIM/mg)	0,23	0,06	0,08	0,27	0,08	0,10

Fonte: GAMEL et al.,2006.

Quadro 7 - Efeito dos tratamentos térmicos sob os teores de fatores antinutricionais no grão de *A. cruentus*, em base seca

Chávez-Jáuregui, Silva e Arêas (2000) analisaram o teor de inibidores de α -amilase em amostras de *A. caudatus* L. cru e extrusado sob várias condições de umidade e temperatura e não detectaram nenhuma atividade inibitória desta enzima.

Nas folhas de *A. tricolor*; Yadav e Sehgal (2003) encontram 8,91, 234, 21,2 (g/100g, base seca) de ácido oxálico, ácido fítico e polifenóis, respectivamente; sendo que sob refrigeração e secagem ao sol e em forno não foram observadas diferenças significativas nestes teores.

AMARANTO – UM ALIMENTO FUNCIONAL

Estudos conduzidos com grãos de amaranto em animais demonstraram sua capacidade de reduzir os níveis de colesterol sérico.

Plate e Arêas (2002) administraram amaranto da espécie *A. caudatus* na forma de grão extrusado e óleo, em dietas distintas, a coelhos hipercolesterolemizados. Foi observado que a redução nos níveis de colesterol total e LDL após 21 dias foi mais efetiva para o amaranto extrusado (50%), quando comparado aos grupos controle e com óleo de amaranto.

Chaturvedi, Sarojini e Devi (1993) observaram o efeito hipocolesterolêmico do amaranto da espécie *A. esculentus* através da administração do grão a ratos, verificando redução dos níveis de lipídios plasmáticos, triglicérides e aumento da fração HDL do colesterol. Grajeta (1997) observou redução de 33% a 37% do colesterol total, quando ratos foram alimentados com dieta com amaranto integral e desengordurado, respectivamente.

Gamel et al. (2004) investigaram o efeito hipocolesterolêmico dos grãos de *A. caudatus* e *A. cruentus* em ratos durante 8 dias, observando redução dos níveis de colesterol total, triglicérides e não HDL-colesterol para as duas espécies de amaranto.

Em estudo realizado com *hamsters* hipercolesterolemizados foi administrada dieta com 5% de óleo de amaranto, a qual promoveu redução do colesterol total e não

HDL-colesterol em 15 e 22%, respectivamente, quando comparado com o controle. Esta concentração de óleo de amaranto na dieta também promoveu o aumento da taxa de síntese de colesterol, possivelmente devido a mecanismos compensatórios (BERGER et al., 2003a).

Czerwinski et al. (2004) comparam o efeito hipocolesterolêmico da aveia e do grão da espécie *A. hypocondriacus* em ensaio com ratos, observando queda nos valores de colesterol total, triglicérides e LDL-colesterol. Neste ensaio não foram observadas diferenças significativamente estatísticas nos níveis plasmáticos dos animais alimentados com amaranto e aveia, através da administração de 10% de cada material, em dietas sem adição de colesterol (1%).

Recentemente, Mendonça (2006) observou em ensaio com *hamsters* hipercolesterolemizados, redução do colesterol plasmático com a administração do isolado protéico do grão da espécie *A. cruentus*, variedade BRS Alegria, adaptado ao solo brasileiro. Foi observada redução de 23% do colesterol total ao longo dos 28 dias de experimento. Não foi verificada relação entre a digestibilidade da proteína e excreção de ácidos biliares com a queda nos níveis séricos de colesterol.

Shin et al. (2004) observaram o efeito hipocolesterolêmico do esqualeno obtido do grão de amaranto comparado ao esqualeno obtido do óleo de fígado de tubarão, através da injeção destas substâncias em ratos, durante sete dias. Kim et al. (2003), também em ensaio com ratos, observaram que o esqualeno obtido do óleo do grão de amaranto, promoveu queda nos níveis séricos de colesterol total, triglicérides e aumento do HDL-colesterol. Foi também observado aumento da excreção fecal de colesterol e ácidos biliares e inibição da ação da 3-hidroxi-3-metilglutaril coenzima A (HMG-CoA).

Os ensaios animais com ratos são de grande valia e corroboram o efeito hipocolesterolêmico do amaranto. Todavia, reconhece-se que os ratos não representam um bom modelo para o estudo do metabolismo lipídico, quando se deseja compará-lo ao metabolismo humano. Coelhos e *hamsters* representam melhor modelo para estes estudos (KOWALA et al., 1994).

Está bem esclarecido, na literatura, que os fitosteróis apresentam efeito hipocolesterolemizante, sem causar efeitos colaterais relevantes (PHYTOSTEROLS, 1999). Marcone et al. (2003) investigaram a quantidade de fitosteróis nos óleos de 4 variedades americanas, obtendo a média de 637, 607, 8,8 e 5,6µg/100g, respectivamente para esteróis totais, β-sitosterol, campesterol e stigmaterol. Ressalta-se que estas quantidades são superiores às encontradas em outros óleos vegetais. Ao considerar a quantidade de β-sitosterol, esterol encontrado em maior quantidade no amaranto (95%), tem-se para os outros produtos: óleo de soja 123µg/100g; azeite de oliva 153µg/100g, óleo de algodão 303µg/100g e óleo de amendoim 131µg/100g.

Pesquisadores têm discutido quais substâncias seriam responsáveis pela propriedade hipocolesterolêmica do grão de amaranto. Qureshi, Lehmann e Peterson (1996) atribuíram

esta capacidade à presença da fibra alimentar solúvel. Danz e Lupton (1992) sugeriram que possa ser pelo efeito combinado entre o aumento do trânsito intestinal, promovido pela fibra insolúvel e pelo efeito redutor do nível de colesterol sérico, promovido pela fibra solúvel, em ratos. Chaturvedi, Sarojini e Devi (1993) sugeriram ser pela presença do esqualeno, substância intermediária do metabolismo do colesterol. Ademais, Mendonça (2006) e Plate e Arêas (2002) sugerem a influência da relação lisina/arginina (0,8) relação semelhante à da soja, valor este de efeito comprovado, e à seqüência e estrutura terciária da globulina - sub-unidade 11-S, como importantes na manutenção de apropriados níveis de colesterol sérico.

À luz dos conhecimentos atuais, o consumo do grão de amarantho adequadamente processado, pode contribuir para o controle do colesterol plasmático. Sugere-se um efeito combinado de um ou mais fatores como co-responsáveis pela redução dos níveis de colesterol sérico, observados em modelos animais (BERGER et al., 2003a; CHATURVEDI; SAROJINI; DEVI, 1993; GRAJETA 1997; KIM et al. 2003; MENDONÇA, 2006; PLATE; ARÊAS 2002; QURESHI; LEHMANN; PETERSON, 1996; SHIN et al. 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O amarantho é um alimento de excelente valor nutricional e se desponta com uma matéria-prima potencial como ingrediente para várias receitas tradicionais em substituição à farinha de trigo e para uma grande variedade de produtos industrializados, principalmente de panificação. A extrusão produz excelentes resultados em relação à sua aceitabilidade e melhora do seu valor nutritivo. Produtos extrusados podem servir como ingredientes em um grande número de preparações, contribuindo para o aumento do seu consumo que, além dos benefícios nutricionais evidentes, pode contribuir na redução do colesterol sérico e se tornar um aliado no controle da aterosclerose e doenças cardiovasculares. O crescente aumento da consciência da população sobre a saúde, e a sua associação com a dieta tendem a acelerar a aceitação do amarantho pela indústria alimentícia.

REFERÊNCIAS/REFERENCES

- ALFARO, M. A.; MARTÍNEZ, A.; RAMÍREZ, R.; BRESSANI, R. Rendimiento y composición química de las partes vegetativas del amarantho (*Amaranthus hypochondriacus*, L.) en diferentes etapas fisiológicas. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 37, n. 1, p. 108-121, 1987.
- AMIN, I.; NORAZAIDAH, Y.; HAINIDA, K. I. E. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species. *Food Chem.* v. 94, n. 1, p. 47-52, 2006.
- ARELLANO, M. L.; SCOGNAMILLO, G. B.; LÚQUES N. A. G.; MUCCIARELLI S. I. L. *Amaranthus mantegazzianus*. Composición química y valor biológico de la proteína. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 42, n. 1, p. 41-45, 1992.
- AUBRECHT, E.; HORACSEK, M.; GELENCSEK, E.; DWORSCHAK, E. Investigation of prolamin content of cereals and different plant seeds. *Acta Alim.*, v. 27, n. 2, p. 119-125, 1998.

- AYO, J. A. The effect of amaranth grain flour on the quality of bread. *Int. J. Food Properties*, v. 4, n. 2, p. 341-351, 2001.
- BECKER, R. E. Preparation, compositional and nutritional implications of amaranth seed oil. *Cereal Foods World*, v. 34, n. 11, p. 950-956, 1989.
- BECKER, R. E.; WHEELER, E. L.; LORENZ, K.; STAFFORD, A. E.; GROSJEAN, O. K.; BETSCHART, A. A.; SANDERS, R. M. A. A Compositional study of amaranth grain. *J. Food Sci.*, v. 46, n. 4, p. 1175-1180, 1981.
- BERGANZA, B. E.; MORAN, A. W.; RODRIGUES, M. G.; COTO, N. M.; SANTAMARIA, M.; BRESSANI, R. Effect of variety and location on the total fat, fatty acids and squalene content of amaranth. *Plant Foods Human Nutr.*, v. 58, n. 3, p. 1-6, 2003.
- BERGER, A.; GREMAUD, R.; BAUMGARTNER, M.; REIN, D.; MONNARD, I.; KRATKY, E.; GEIGER, W.; BURRI, J.; DIONISI, F.; ALLAN, M.; LAMBELET, P. Cholesterol-lowering properties of amaranth grain and oil in hamsters. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, v. 73, n. 1, p. 39-49, 2003a.
- BERGER, A.; MONNARD, I.; DIONISI, F.; GUMY, D.; HAYES, K. C.; LAMBELET, P. Cholesterol-lowering properties of amaranth flakes, crude and refined oils in hamsters. *Food Chem.*, v. 81, n. 1, p. 119-112, 2003b.
- BETSCHART, A. A.; IRVING, D. W.; SHEPHERD, A. D.; SAUNDERS R. M. *Amaranthus cruentus*: milling characteristics, distribution of nutrients within seed components, and the effects of temperature on nutritional quality. *J. Food Sci.*, v. 46, n. 4, p. 1181, 1981.
- BOUKARI, I.; SHIER, N. W.; FERNANDES, R.; FRISCH, J.; WATKINS, B. A.; PAWLOSKI, L.; FLY, A. D. Calcium analysis of selected Western African foods. *J. Food Compos. Anal.*, v. 14, n. 1, p. 37-42, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Número 27, de 13 de janeiro de 1999. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 de janeiro de 1998a. Disponível em: <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97>>. Acesso em: 20 abr. 2001.
- BREENE, W. M. Food uses of grain amaranth. *Am. Assoc. Cereal Chem.*, v. 36, n. 5, p. 426-430, 1991.
- BRESSANI, R. The proteins of grain Amaranth. *Food Rev. Int.*, v. 5, n. 1, p. 13-38, 1989b.
- BRESSANI, R.; ELÍAS, L. G.; GARCIA-SOTO, A. Limiting amino acids in raw and processed amaranth grain protein from biological tests. *Plant Foods Hum. Nutr.*, v. 39, n. 3, p. 223-234, 1989a.
- BRESSANI, R.; ELÍAS, L. G.; GONZÁLEZ, J. M.; GÓMEZ-BRENES, R. The chemical composition and protein quality of amaranth grain germ plasm in Guatemala. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 37, n. 2, p. 364-377, 1987d.
- BRESSANI, R.; GARCIA-VELA, L. A. Protein fractions in amaranth grain and their chemical characterization. *J. Agric. Foods Chem.*, v. 38, n. 5, p. 1205-1209, 1990.
- BRESSANI, R.; GONZÁLEZ, J. M.; ELÍAS, L. G.; MELGAR, M. Effect of fertilizer application on amaranth species. *Plant Foods Hum. Nutr.*, v. 37, n. 1, p. 59-67, 1987a.
- BRESSANI, R.; GONZALEZ, J. M.; TUNG, J.; BREUNER, M.; ELIAS, G. Yield selected chemical composition and nutritive value of 14 selection of amaranth grain representing four species. *J. Sci. Food Agric.*, v. 38, n. 1, p. 347-356, 1987b.
- BRESSANI, R.; KALINOWSKI, L. S.; ORTIZ, M. A.; ELÍAS, L. G. Nutritional evaluation of roasted, flaked and popped *A. caudatus*. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 37, n. 3, p. 525-531, 1987c.
- BRESSANI, R.; MARTELL, E. C. M.; GODÍNEZ, C. M. Protein quality evaluation of amaranth in adult humans. *Plant Foods Hum. Nutr.*, v. 43, n. 2, p. 123-143, 1993.
- BRESSANI, R.; SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A.; MORALES, E. Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing on their nutritional quality. *Food Reviews Inter.*, v. 8, n. 1, p. 23-49, 1992.

- BRUNI, R.; MEDICI, A.; GUERRINI, A.; SCALIA, S.; POLI F.; MUZZOLI, M.; SACCHETTI, G. Wild *Amaranthus caudatus* seed oil, a nutraceutical resource from Ecuadorian flora. *J. Agric. Food Chem.*, v. 49, n. 11, p. 5455-5460, 2001.
- BURINOVA, A.; DODOK, S.; SKROVANKOVA, S.; SERULOVA, D. [The influence of substitution of wheat flour by amaranth flour on fermentative gas production and quality of bread] [resumo]. *Rostlinna Vyroba.*, v. 47, n. 5, p. 276-279, 2001.
- CALZETTA-REZIO, N. A.; TOLAVA, M. P.; SUAREZ, C. Some physical and thermal characteristics of amaranth starch. *Food Sci. Technol. Inter.*, v. 6, n. 5, p. 371-378, 2000.
- CEGLINSKA, A.; HABER, T.; SZAJEWSKA, A.; BONIECKA, A. [Use expanded amaranthus seeds for enrichment of wheat bread.] [resumo] *Zywnosc.*, v. 10, n. 2, p. 51-56, 2003.
- CHATURVEDI, A.; SAROJINI, G.; DEVI, N. L. Hypocholesterolemic effect of amaranth seeds (*Amaranthus esculantus*). *Plant Foods Hum. Nutr.*, v. 44, n. 1, p. 63-70, 1993.
- CHÁVEZ-JÁUREGUI, R. N.; CARDOSO-SANTIAGO, R. A.; SILVA, M. E. M. P.; ARÊAS, J. A. G. Acceptability of snacks produced by extrusion of amaranth and blends of chickpea and bovine lung. *Inter. J. Food Sci. Technol.*, v. 38, n. 7, p. 795-798, 2003.
- CHÁVEZ-JÁUREGUI, R. N.; SILVA, M. E. M. P.; ARÊAS, J. A. G. Extrusion cooking process for amaranth (*Amaranthus caudatus*L.). *J. Food Sci.*, v. 65, n. 6, p. 1009-1015, 2000.
- COLLA, E.; SOBRAL, A. P. J. do; MENEGALLI, F. C. *Amaranthus cruentus* flour edible films: influence of stearic acid addition, plasticizer concentration, and emulsion stirring speed on water vapor permeability and mechanical properties. *J. Agric. Food Chem.*, v. 54, n. 18, p. 6645-6653, 2006.
- CORREA, A. D.; JOKL, L.; CARLSSON, R. Chemical constituents, in vitro protein digestibility and presence of antinutritional substances in amaranth grains. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 34, n. 2, p. 319-325, 1986.
- CZERWINSKI, J.; BARTNIKOWSKA, E.; LEONTOWICZ, H.; LANGE, E.; LEONTOWCZ, M.; KATRICH, E.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. Oat (*Avena sativa* L.) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) meals positively affect plasma lipid profile in rats fed cholesterol-containing diets. *J. Nutr. Bioch.*, v. 15, n. 10, p. 622-629, 2004.
- DANZ, R. A.; LUPTON, J. R. Physiological effects of dietary amaranth (*Amaranthus cruentus*) on rats. *Cereal Foods World*, v. 37, n. 7, p. 489-494, 1992.
- DODOK, L.; MODHIR, A. A.; HÁLASOVÁ, G.; POLACEK, I.; HOZOVA, B. Importance and utilization of amaranth in food industry. 1. Characteristic of grain and average chemical constitution of whole amaranth flour. *Nabruing-food.*, v. 38, n. 4, p. 378-381, 1994.
- ESTMAN, J.; LEE, G. Whole grains in extruded products. *Cereal Foods Word*, v. 50, n. 4, p. 170-172, 2005.
- FATHIMA, A.; BEGUM, K.; RAJALAKSHMI, D. Microwave drying of select greens and their sensory characteristics. *Plant Foods Human Nutr.*, v. 56, n. 4, p. 303-311, 2001.
- FERREIRA, T. A. P. C. *Avaliação nutricional do amarantho (Amaranthus caudatus L.) extrusado em diferentes condições de umidade*. 1999. 155 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- FERREIRA, T. A. P. C.; ARÊAS, J. A. G. Protein biological value of extruded, raw and toasted amaranth grain. *Pesq. Agropec. Trop.*, v. 34, n. 1, p. 52-59, 2004.
- FRETZDORFF, B.; WELGE, N. [Fructan and raffinose contents in cereal and pseudo-cereal grains.] [resumo] *Getreide*, v. 57, n. 1, p. 3-8, 2003.
- GAMBUS, H.; GAMBUS, F.; WOJYLA, J.; AUGUSTYN, G. [Amaranth supplemented biscuits-nutritional value, durability, sensory characteristics.] [resumo] *Zywnosc.*, v. 8, n. 3, p. 136-142, 2001. Supplement.

- GAMEL, T. L.; LINSSEN, J. P.; ALINK, G. M.; MOSALLEM, A. S.; SHEKIB, L. A. Nutritional study of raw and popped seed proteins of *Amaranthus caudatus* L. and *Amaranthus cruentus* L. *J. Sci. Food Agric.*, v. 84, n. 10, p. 1153-1158, 2004.
- GRAJETA, H. Effect of amaranth and oat bran on blood serum and liver lipids in rats depending on the kind of dietary fats. *Nabrunng-food*, v. 43, n. 2, p. 114-117, 1999.
- GRAJETA, H. [Effects of amaranth (*Amaranthus cruentus*) seeds on lipid metabolism in rats.] [resumo] *Bromatol. I. Chem. Toksykol.*, v. 30, n. 1, p. 25-30, 1997.
- GUERRA-MATIAS, A. C.; ARÊAS, J. A. G. Digestibilidade *in vitro* de produto pronto para consumo (*snack*) a base de amarantho (*Amaranthus cruentus*L.) para pacientes celíacos. *Nutrire*, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 43-54, 2004.
- GUERRA-MATIAS, A. C.; ARÊAS, J. A. G. Glycemic and insulinemic responses in women consuming extrude amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). *Nutr. Res.*, New York, v. 25, n. 9, p. 815-822, 2005.
- HE, H. P.; CORKE, H. Oil and Squalene in *Amaranthus* Grain and Leaf. *J. Agric. Food Chem.*, v. 51, n. 27, p. 7913-7920, 2003.
- HE, H. P.; YIZHONG, C.; MEI, S.; CORKE, H. Extration and purification of squaleno from *Amaranthus* grain. *J. Agric. Food Chem.*, v. 50, n. 2, p. 368-372, 2002.
- HOOVER, R.; SINNOTT, A. W.; PERERA, C. Physicochemical characterization of starches from *Amaranthus cruentus* grains. *Starch-Staerke*, v. 50, n. 11-12, p. 456-463, 1998.
- HUAIXIANG, W.; CORKE, H. Genetic diversity in physical properties of starch from a world collection of *Amaranthus*. *Cereal Chem.*, v. 76, n. 6, p. 877-883, 1999.
- IMERI, A. G.; ELÍAS L. G.; BRESSANI, R. Amarantho: una alternativa tecnologica para la alimentacion infantil. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 37, n. 1, p. 148-159, 1987a.
- IMERI, A. G.; FLORES, R.; ELÍAS, L. G.; BRESSANI, R. Efecto del procesamiento y de la suplementacion con amino acidos sobre la calidad proteinica del amarantho (*Amaranthus caudatus*). *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 37, n. 1, p. 160-173, 1987b.
- IMERI, A. G.; GONZÁLEZ, J. M.; FLORES, R.; ELÍAS, L. G.; BRESSANI, R. Variabilidad genetica, y correlaciones entre rendimiento, tamaño del grano, composicion quimica y calidad de la proteina de 25 variedades del amarantho (*Amaranthus caudatus*). *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 37, n. 1, p. 132-146, 1987c.
- IRVING, D. W.; BETSCHART, A. A.; SAUNDERS, R. M. Morphological studies on *Amaranthus cruentus*. *J. Food Sci. Nutr.*, v. 46, n. 4, p. 1170-1174, 1981.
- JIAN, Y. Q.; KUHN, M. Characterization of *Amaranthus cruentus* and *Cenopodium quinoa* starch. *Starch.*, v. 51, n. 4, p. 116-120, 1999.
- KALINOWSK, L. S. La Kiwicha y su cultivo, *Cuadernos de Capacitación Popular*, v. 45, p. 9-79, 1993.
- KASARDA, D. D. *Grains in relation to celiac (coelic) disease*. Albany: U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service Western Regional Research Center Albany, 2000. Disponível em: <URL:<http://wheat.pw.usda.gov/ggpapes/topics>>. Acesso em: 22 jan. 2001.
- KAUFFMAN, C. S. Realizing the potential of grain amaranth. *Food Rev. Int.*, New York, v. 8, n. 1, p. 5-21, 1992.
- KIM, H. K.; GHANG, Y. J.; HEO, H. J.; CHO, H. Y.; HONG, B.; SHIN, D. H. Hypocholesterolemic effect of Amaranth Squalene (*Amaranthus cruentus*) in rats fed a high cholesterol diet. *Nutr. Food*, v. 8, n. 2, p. 13-18, 2003.
- KOEPPE, S. J.; HARRIS, P. L.; HANNA, M. A.; RUPNOW, J. H.; WALKER, C. E.; CUPPETT, S. L. Physical properties and some nutritional characteristics of an extrusion product with defatted amaranth seeds and defatted maize gluten meal (80:20 ratio). *Cereal Chem.*, v. 64, n. 5, p. 332-336, 1987.

- KOWALA, M. C.; NUNNARI, J. J.; DURHAM, S. K.; NICOLOSI, R. J. Doxazosin and cholestiramine similarly decrease fatty streak formation in the aortic arch of hyperlipidemic hamsters. *Atherosclerosis*, v. 91, n. 2, p. 35-49, 1994.
- KUHN, M.; GOETZ, H.; ZEMBROD, A.; SCHNELL, F.; SEIBOLD, S.; CISSE, M. [Characteristics and technology of amaranth doughs and batters] [resumol]. *Getreide*. v. 54, n. 6, p. 371-375, 2000.
- LEHMANN, J. W. Case history of grain amaranth as an alternative crop. *Cereal Foods World*, v. 41, n. 5, p. 399-403, 406-411, 1996.
- LEHMANN, J. W.; PUTNAM, D. H.; QURESHI, A. A. Vitamin E isomers in grain amaranths (*Amaranthus spp.*). *Lipids*, v. 29, n. 3, p. 177-181, 1994.
- LEON-CAMACHO, M.; GARCIA-GONZALEZ, D. L. A detailed and comprehensive study of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) oil fatty profile. *Eur. Food Res. Technol.*, v. 213, n. 4-5, p. 349-55, 2001.
- LIENER, I. E. Implications of anti-nutritional components in soybean foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, v. 34, n. 1, p. 31-67, 1994.
- LUQUEZ, N. G. de; FERNANDES, S.; MUCCIARELLI, S. L. de. Concentrado protéico de *Amaranthus cruentus*. Metodos de extraccion. Propriedades funcionales. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 46, n. 2, p. 143-145, 1996.
- MARCONI, M. F.; KAKUDA, Y.; YADA, R. Y. Amaranth as a rich dietary source of beta-sitosterol and other phytosterol. *Plant Foods Human Nutr.*, v. 58, n. 3, p. 207-211, 2003.
- MATUZ, J.; POKA, R.; BOLDIZZAR, I.; SZERDAHELYI, E.; HAJOS, G. Structure and potential allergenic of cereal proteins – II. Potencial allergenic in cereal samples. *Cereal Res. Commun.*, v. 28, n. 4, p. 433-442, 2000.
- MARCILIO, R.; AMAYA-FARFAN, J.; SILVA, M. A. A. P.; SPEHAR, C. R. Evaluation of amaranth flour for the manufacture of gluten-free biscuits. *Braz. J. Food Technol.*, v. 9, n. 2, p. 175-181, 2005.
- MENDONÇA, S. Efeito hipocolesterolemizante da proteína de amarantho (*Amaranthus cruentus* BRS- Alegria) em hamsters. 2006. 187 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- MIKULIKOVA, D.; KRAIC, J. Natural sources of health promoting starch. *J. Food Nutr. Res.*, v. 45, n. 2, p. 69-76, 2006.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Amaranth: modern prospects for an ancient crop*. [S.l.]: National Academy of Sciences, National Academy Press, 1984. p. 1-81.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Lost crops of the incas: little know plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. Washington: National Academy Press, 1989. p. 124-147.
- OLOGUNDE, M. O.; MORRIS, J. B.; SHEPARD, R. L.; AFALABI, A. O.; OKE, O. L. Bioavailability to rats of iron from fortified grain amaranth. *Plant Foods Hum. Nutr.*, v. 45, n. 1, p. 191-201, 1994.
- PEDERSEN, B.; KALINOWSKI, L. S.; EGGUM, B. O. The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*) 1. Protein and minerals of raw and processed grain. *Plant Foods Hum. Nutr.*, v. 36, n. 4, p. 309-324, 1986.
- PHYTOSTEROLS. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.*, v. 39, n. 3, p. 203-206, 1999.
- PLATE, A. Y. A.; ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering effect of extruded amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) in hypercholesterolemic rabbits. *Food Chem.*, v. 76, n. 1, p. 1-6, 2002.
- PRAKASH, D.; PAL, M. Nutritional and antinutritional composition of vegetable and grain amaranth leaves. *J. Sci. Food Agric.*, v. 57, n. 4, p. 573-583, 1991.
- PRAKASH, D.; PAL, M. Seed protein, fat and fatty acid profile of *Amaranthus* species. *J. Sci Food Agric.*, v. 58, n. 1, p. 145-147, 1992.

- QURESHI, A. A.; LEHMANN, J. W.; PETERSON, D. M. Amaranth and its oil inhibit cholesterol biosynthesis in 6-week-old female chicken. *J. Nutr.*, v. 126, n. 8, p. 1972-1978, 1996.
- RAMIREZ-ASCHERI, J. L.; DUARTE-MENDONÇA, X. M. F.; RAMIREZ-ASCHERI, D. P.; ANTUN-MAIA, M. C. Extrusion of raw amaranth and rice flours: Part I. Physical and chemical characteristics. *Alimentaria*, v. 367, p. 74-83, 2005.
- SALA, M.; BERARDI, S.; BONDIOLI, P. Amaranth seed: the potentialities. *Riv. Ital. Sostan. Grasse*. v. 75, n. 11, p. 503-506, 1998.
- SAUNDERS, R. M.; BECKER, R. Amaranth: a potential food and feed resource. *Adv. Cereal Sci. Technol.*, v. 6, p. 357-396, 1984.
- SHCHERBAKOVA, S. A. Amaranth polyphenols as natural antioxidants for fermented milks. *Molochnaya Promysblennost.*, n. 8, p. 43-44, 2002. (Abstract).
- SHIN, D. H.; HEO, H. J.; LEE, Y. J.; KIM, H. K. Amaranth squalene reduces serum and liver lipid levels in rats fed a cholesterol diet. *Brit. J. Biom. Sci.*, v. 61, n. 1, p. 11-14, 2004.
- SHNEIDER, T. I.; PETROVA, E. V. [Utilizing the amaranth in macaroni products.] [resumo] *Pishchvaya Promysblennost.*, n. 7, p. 76-77, 2002.
- SINDHUJA, A.; SUDHA, M. L.; RAHIM, A. Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies. *Eur. Food Res. Technol.*, v. 221, n. 5, p. 597-601, 2005.
- SINGHAL, R. S.; KULKARNI, P. R. Review: amaranths an underutilized resource. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v. 23, n. 1, p. 125-139, 1988.
- SOSNOWSKA, B.; ACHREMOWICZ, B. [Trials in the use the amaranthus flour for biscuits baking.] [resumo] *Zywnosc*, v. 7, n. 4, p. 48-53, 2000.
- SPEHAR, C. R.; TEIXEIRA, D. L.; CABEZAS, W.; ERASMO, E. A. L. Amaranth BRS Alegria: alternative for diversification of cropping systems. *Pesq. Agro. Bras.*, v. 38, n. 5, p. 659-663, 2003.
- SRIKUMAR, T. S. The mineral and trace element composition of vegetables, pulses and cereals of southern India. *Food Chem.*, v. 46, n. 2, p. 163-167, 1993.
- SUDHIR, S.; ATUL, B.; CHATTERJEE, A.; SRIVASTAVA, J.; SINGH, N.; SINGH, S. P. Mineral profile and variability in vegetable amaranth (*Amaranth tricolor*). *Plant Food Human Nutr.*, v. 6, n. 1, p. 23-28, 2006.
- SUN, H.; WIESENBORN, D.; RAYAS-DUARTE P.; MOHAMEDI, A.; HAGEN, K. Bench-scale processing of amaranth seed for oil. *JAOCs*, v. 72, n. 12, p. 1551-1555, 1995.
- TAPIA-BLÁCIDO, D.; SOBRAL, P. J.; MENEGALLI, F. C. Effects of drying temperature and relative humidity on the mechanical properties of amaranth flour films plasticized with glycerol. *Braz. J. Chem. Engen.*, v. 22, n. 2, p. 249-256, 2005.
- TEIXEIRA, D. L.; SPEHAR, C. R.; SOUZA, L. A. R. Agronomic characteristics of amaranth for cultivation in the Brazilian Savannah. *Pesq. Agro. Bras.*, v. 38, n. 1, p. 45-51, 2003.
- TEUTONICO, R. A.; KNORR, D. Amaranth: composition, properties and applications of rediscovered food crop. *Food Technol.*, v. 10, n. 5, p. 49-60, 1985.
- THOMPSON, L. U. Potential health benefits and problems associated with antinutrients *Food Res. Inter.*, v. 26, n. 2, p. 131-49, 1993.
- THOMPSON, T. Case problem: questions regarding the susceptibility of buckwheat, amaranth, quinoa, and oats from a patient with celiac disease. *J. Am. Diet. Assoc.*, v. 101, n. 5, p. 586-587, 2001.
- TOSI, E. A.; CIAPPINI, M. C.; MASCIARELLI, R. Utilización de la harina integral de amarantho (*Amaranthus Cruentus*) en la fabricación de galletas para celíacos. *Alimentaria: revista de tecnología e higiene de los alimentos*, n. 269, p. 49-52, 1996.
- TOSI, E. A.; RE, E.; LUCERO, H.; MASCIARELLI, R. Dietary fiber obtained from amaranth (*Amaranthus cruentus*) grain by differential milling. *Food Chem.*, v. 73, n. 4, p. 441-443, 2001.

- TOSI, E. A.; RE, E. D.; MASCIARELLI, R.; SANCHEZ, H.; OSELLA, C.; TORRE, M. A. Whole and defatted hyperproteic amaranth flours tested as wheat flour supplementation in mold breads. *Lebensmittel Wissenschaft Technologie.*, v. 35, n. 5, p. 472-475, 2002.
- VANUCCHI, H.; MENEZES, E. W.; CAMPANA, A. O.; LAJOLO, F. M. Aplicação das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. *Cad. Nutr.*, v. 2, p. 1-150, 1990.
- WHITTAKER, P.; OLOGUNDE, M. O. Study of iron bioavailability in a native nigerian grain amaranth cereal for young children, using a rat model. *Cereal Chem.*, v. 67, n. 5, p. 505-508, 1990.
- WU, H.; CORKE, H. Genetic diversity in physical properties of starch from a world collection of *Amaranthus*. *Cereal Chem.*, v. 76. n. 6, p. 877-883, 1999.
- WU, H.; SUN, M.; YUE, S.; SUN, H.; CAI, Y.; HUANG, R.; BRENNER, D.; CORKE, H. Field evaluation of an *Amaranthus* genetic resource collection in China. *Gen. Resource Crop Evol.*, v. 47, n. 1, p. 43-53, 2000.
- YADAV, S. K.; SEHGAL, S. Effect of domestic processing and cooking on selected antinutrient contents of some green leafy vegetables. *Plant Foods Human Nutr.*, v. 5, n. 1, p. 1-11, 2003.
- YÁÑEZ, E.; ZACARÍAS, I.; GRANGER, D.; VÁSQUEZ, M.; ESTÉVEZ, A. M. Caracterización química y nutricional del amarantho. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v. 44, n. 1, p. 57-62, 1994.

Recebido para publicação em 21/08/06.

Aprovado em 03/05/07.