

Extrusão do Amaranto no Desenvolvimento de Produtos: Caracterização Físico-Química



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Ernesto Paterniani

Hélio Tollini

Marcelo Barbosa Saintive

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Amauri Rosenthal

Chefe-Geral

Regina Isabel Nogueira

Chefe Adjunto Técnico de Pesquisa e Desenvolvimento

Marcos Luiz Leal Maia

Chefe Adjunto de Administração



ISSN 0103-6068 60

Dezembro, 2004

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos60

A Extrusão do Amaranto no Desenvolvimento de Produtos: Caracterização Físico-química

José Luis Ramírez Ascheri
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho
Carlos Roberto Spehar

Rio de Janeiro, RJ
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba

CEP: 23020-470 - Rio de Janeiro - RJ

Telefone: (0xx21)2410-9500

Fax: (0xx21)2410-1090

Home Page: www.ctaa.embrapa.br

E-mail: sac@ctaa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Regina Isabel Nogueira

Membros: Maria da Graça Fichel do Nascimento

Maria Ruth Martins Leão

Neide Botrel Gonçalves

Ronoel Luiz de O. Godoy

Virgínia Martins da Matta

Supervisor editorial: Maria Ruth Martins Leão

Revisor de texto: Comitê de Publicações

Normalização bibliográfica: Maria Ruth Martins Leão

Fotos da capa: José Luis Ramírez Ascheri

Tratamento de ilustrações: André Luis do Nascimento Gomes

Editoração eletrônica: André Luis do Nascimento Gomes

1ª edição

1ª impressão (2004): tiragem: 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Ascheri, José Luis Ramírez.

A extrusão do amaranto no desenvolvimento de produtos: caracterização físico-química. / José Luis Ramírez Ascheri, Carlos Wanderlei Piler de Carvalho e Carlos Roberto Spehar - Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004.

32 p.; 21cm - (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, ISSN 0103-6068; 60)

1. Amaranto. 2. Composição química. 3. Aspectos nutricionais. 4. Extrusão termoplástica I. Embrapa Agroindústria de Alimentos. II. Título. III. Série.

CDD: 664.5 (21. ed.)

© Embrapa, 2004

Autores

José Luis Ramírez Ascheri

Eng. Alim., D.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos,
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-470,
Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9596.
E-mail: ascheri@ctaa.embrapa.br

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho

Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Agroindústria de Alimentos,
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-470,
Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9596.
E-mail: cwpiler@ctaa.embrapa.br

Carlos Roberto Spehar

Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Cerrados,
BR 020 Km 18, CEP 73310-970, Planaltina, DF.
Telefone: (0xx61) 388-9898.
E-mail: spehar@cpac.embrapa.br

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida.

Apresentação

O amaranto é um pseudocereal originário das regiões central e sul América. Conhecido de antigas culturas pré Incas, na atualidade tem ressurgido a sua importância pelo redescobrimto das suas propriedades nutricionais, alto conteúdo de proteína, perfil de aminoácidos e minerais. Porém, pouco tem sido aproveitado pela população contemporânea. Aborda-se neste trabalho o uso dessas sementes de amaranto na elaboração de produtos como farinhas instantâneas para sopas, bebidas, entre outros, utilizando a extrusão termoplástica.

Amauri Rosenthal

Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Sumário

Introdução	11
Características Nutricionais	12
Composição em Aminoácidos	14
Composição lipídica	17
Composição das Vitaminas e Minerais	17
Extrusão de Amaranho	19
Alguns Resultados da Extrusão de Amaranho	19
Conclusões e Recomendações	30
Referências Bibliográficas	30

A Extrusão do Amaranto no Desenvolvimento de Produtos: Caracterização Físico-Química

José Luis Ramírez Ascheri

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho

Carlos Roberto Spehar

Introdução

O amaranto pertence ao gênero botânico *Amaranthus*, o qual está inserido na classe das Dicotiledôneas, na família das Amaranthaceae, possuindo mais de 60 espécies (Saunders & Becker, 1984; Singhal & Kulkarni, 1988; Auler, 2002).

O amaranto por fazer parte da classe das Dicotiledôneas, não é considerado um cereal (classe Monocotiledôneas, família Gramínea), mas como um “pseudo-cereal”. Além disso outros aspectos botânicos, como presença da inflorescência tipo panícula e as características nutricionais, como o alto teor de proteína e a presença dos aminoácidos sulfurados e da lisina, fazem com que o amaranto seja assim classificado (Saunders & Becker, 1984; Teutonico & Knorr, 1985; Singhal & Kulkarni, 1988).

A partir de 1975, o amaranto ressurgiu mundialmente devido ao fato da NAS (*National Academy of Sciences*) considerá-lo como uma das 23 plantas tropicais mais promissoras e recomendadas para estudos, por possuir valores econômicos bastante apreciáveis e aspectos nutricionais “*sui generis*”, capazes de melhorar a nutrição e qualidade de vida da população em seus países de origem (Teutonico & Knorr, 1985; Singhal & Kulkarni, 1988; Yáñez, et al., 1994).

Na atualidade existe um grande interesse pelo seu desenvolvimento comercial em várias partes do mundo, como EUA, Europa e América Latina. As espécies com melhores possibilidades de desenvolvimento e que foram recomendadas para estudos são *Amaranthus cruentus* e *A. hypochondriacus*, oriundos do México e Guatemala e o *A. caudatus*,

nativo do Peru e países andinos. Porém, atualmente têm áreas de cultivo distribuídas pelos Estados Unidos, Ásia, África, Américas do Sul e Central (Saunders & Becker, 1984; Breene, 1991). Seu cultivo se desenvolveu principalmente no México, Sudeste dos EUA, Sul do Canadá, Guatemala, Peru, Bolívia e Argentina (Sanchez-Marroquin, 1983) .

Como resultado do interesse no desenvolvimento deste pseudocereal no Brasil, na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, pesquisadores liderados pelo Dr. C.R. Spehar (Spehar et al., 1997 e 1998), vêm trabalhando na inserção desta cultura desde 1984. Resultados de alta produtividade foram conseguidos com o *Amaranto cruentus*, CV Alegria. Sementes enviadas desse centro foram utilizadas para o desenvolvimento de uma série de trabalhos de pesquisa pela Embrapa Agroindústria de Alimentos. Neste documento serão discutidas as transformações do amaranto, como fonte amilácea, tanto na fabricação de farinha de amaranto como das suas possíveis associações com outros cereais como milho, arroz no desenvolvimento de produtos com melhores características nutricionais utilizando a extrusão termoplástica.

Características Nutricionais

Segundo Saunders & Becker (1984), constataram que o percentual de proteína, gordura e fibra do amaranto (Tabela 1) é superior aos dos cereais comuns, como o trigo (proteína 12,3; gordura 1,8; fibra 2,3), o milho (proteína 8,9; gordura 3,9; fibra 2,0), o arroz integral (proteína 7,5; gordura 1,9; fibra 0,9) e a aveia (proteína 16,1; gordura 6,4; fibra 1,9).

Tabela 1. Composição média de três espécies de amaranto (base seca).

Espécies	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Fibras (%)	Cinzas (%)
<i>A. cruentus</i>	17,8	7,9	4,4	3,3
<i>A. hypochondriacus</i>	15,6	6,1	3,3	3,3
<i>A. caudatus</i>	14,9	6,9	4,2	3,2

Fonte: Saunders & Becker (1984).

Assim como a quinoa, a farinha integral de amaranto apresenta um alto valor calórico (413,80 kcal/100g). O valor calórico encontrado para o amaranto é mais alto do que os cereais conhecidos. A proteína do amaranto é considerada de alta qualidade biológica devido ao seu alto conteúdo em lisina e outros aminoácidos essenciais. Esses fatores situam o amaranto acima dos cereais em termos de potencial nutricional (Bressani, 1988; Breene, 1991 e Marcílio, 2001).

A proteína do grão do amaranto contém cerca de 5% de lisina (chegando a 6,9g de aa/100g de proteína) e 4,4% de aminoácido sulfurados, que são os principais aminoácidos limitantes em outros Grãos (Teutonico & Knorr, 1985 e Marcílio, 2001). Além deste fato, a proteína apresenta um alto valor nutritivo entre 1,5 e 2,0 (para um valor de 2,5 de caseína) e sua disponibilidade muito perto de 90%.

Um dos aspectos nutricionais mais relevantes do grão de amaranto em relação à composição centesimal é o seu conteúdo protéico. Na Tabela 2, são apresentadas as variações do conteúdo protéico do grão das três espécies de amaranto mais produzidas e estudadas (Bressani, 1989 e Bressani & Garcia-Vella, 1990).

Estas pequenas variações para o teor de proteína, entre as espécies mais estudadas, ocorrem devido a vários fatores, como os diferentes cultivares, condições ambientais, região demográfica, estação do ano, tratamento com fertilizantes, e principalmente, o fator de conversão de nitrogênio empregado (Saunders & Becker, 1984).

Tabela 2. Teor médio de proteínas em três espécies de amaranto.

Espécies	Teor de proteínas (%)
<i>A. cruentus</i>	13,2-18,2
<i>A. hypochondriacus</i>	17,6-18,4
<i>A. caudatus</i>	17,9

Fonte: Gorinstein et al. (1998).

Quando se compara o conteúdo protéico do grão de amaranto aos outros cereais (Tabela 3), observa-se uma ampla vantagem em relação ao trigo, milho, arroz, sorgo, cevada e centeio, embora seja comparável muitas vezes com a aveia, sendo este o cereal de maior conteúdo protéico (Saunders & Becker, 1984).

Tabela 3. Conteúdo protéico médio dos grãos de cereais e de amaranto.

Grãos	Amaranto	Arroz	Milho	Aveia	Trigo	Centeio	Cevada	Sorgo
Proteína (%)	14,5	7,5	8,9	16,2	12,3	12,1	11,6	11,0

Fonte: Saunders & Becker (1984).

Composição em aminoácidos

A composição química do grão de amaranto tem despertado a atenção de pesquisadores de todo o mundo, em razão do conteúdo de aminoácidos de sua proteína. A composição protéica ou perfil de aminoácidos é variável entre as diversas espécies de amaranto, assim como entre os diversos autores consultados. Apesar disso, o alto teor de lisina e aminoácidos sulfurados, assim como os baixos conteúdos de treonina, leucina, valina e isoleucina predominam em todas as espécies, quando comparados ao padrão da Organização Mundial da Saúde (FAO, 1985), como se observa na Tabela 4.

Tabela 4. Conteúdo de aminoácidos essenciais (g/100g de proteína) em farinhas¹ de diferentes espécies de amaranto, em comparação com o perfil padrão²

Aminoácidos	<i>A. caudatus</i>	<i>A. ypochondriacus</i>	<i>A. cruentus</i>	FAO/85
Leucina	5,3	5,7	5,1	6,6
Lisina	5,3	5,5	5,1	5,8
Treonina	3,5	3,6	3,4	3,4
Fenilalanina + Tirosina	6,2	7,3	7,7	6,3
Valina	4,1	4,5	4,2	3,5
Histidina	2,5	2,5	2,4	1,9
Isoleucina	3,6	3,9	3,6	2,8
Metionina + Cistina	4,7	4,7	4,4	2,5
Tripsina	-	-	-	1,1

Fonte: Adaptado de Saunders (1984)¹ e FAO (1985)².

Esta comparação entre o perfil de aminoácidos essenciais de uma proteína teste e de uma proteína padrão ou referência (FAO, 1985) é utilizada para determinar o Escore Químico (Chemical Score). Tal comparação identifica a presença do(s) aminoácido(s) deficiente(s), denominado(s) aminoácido(s) limitante(s) (Auler, 2002).

Segundo Sgarbieri (1987 e 1997), em alimentos vegetais, a presença de aminoácidos limitantes é mais comum do que em alimentos de origem animal. A maioria dos cereais possui como aminoácido limitante a lisina ou a treonina, enquanto que as leguminosas possuem como limitantes os aminoácidos sulfurados. Por isto, combinações de cereais e leguminosas são de interesse considerável em termos nutricionais.

A proteína do amaranto possui um excepcional balanço de aminoácidos, sendo atrativo para a nutrição humana, devido aos seus altos níveis de lisina e metionina. Isto é consistente com a sua classificação como sendo um pseudocereal, uma vez que a lisina é o aminoácido limitante na maioria dos cereais e a metionina nas leguminosas.

Segundo Sauders & Becker (1984), o aminoácido limitante no amaranto é a leucina, seguido da treonina. Segundo o trabalho de Chavez-Jáuregui (1998 e 1999) com a espécie de *A. Caudatus*, somente leucina mostrou-se limitante.

Um fator comum entre as três espécies mais estudadas é quanto ao alto conteúdo de lisina e aminoácidos sulfurados, assim como o baixo conteúdo de treonina, leucina, valina e isoleucina, quando comparado com o padrão da FAO (FAO, 1985) conforme Tabela 5.

Tabela 5. Composição de aminoácidos essenciais de três espécies de amaranto

Espécies	Conteúdo de amonoácidos (g/100g de proteína)							Referências	
	Tripsina e Cistina	Metionina	Treonina	Isoleucina	Valina	Lisina	Fenilalanina e Tirosina		Leucina
<i>A. cruentus</i>	0,9-1,5	4,0-4,8	2,7-3,9	2,8-4,0	3,3-4,5	4,9-6,1	6,0-8,4	4,4-6,2	Senft (1980); Becker et al. (1981). Betscha et al. (1981).
<i>A. Hypochondriacus</i>	1,2-1,5	4,1-4,1 (1,01-1,06 ¹)	2,8-2,9	3,0-3,1	3,4-3,6	3,4-4,9	5,5-6,4	4,7-5,2	Senft (1980)
<i>A. caudatus</i>	-	2,8 (0,27 ¹)	2,8-4,0	1,8-3,1	1,2-4,1	4,0-5,7	3,1-4,0	3,2-5,0	Oke (1980)
FAO/WHO padrão	1,0	3,5	4,0	4,0	5,0	4,8	6,3	4,7	FAO (1985)

Fonte: Adaptado de Teutônico & Knorr (1985).

¹ Somente Metionina.

Composição lipídica

O conteúdo de lipídios do amaranto é similar a do milho e algodão. No amaranto varia entre 6 a 8% aproximadamente do peso total do grão de amaranto. Sua composição indica que os ácidos oléico e linoléico constituem cerca de 76% e o esteárico representa 20%, o que é desejável do ponto de vista nutricional (Breene, 1991; Yáñez et al., 1994).

A boa composição em ácidos graxos do amaranto foi comprovada através do estudo de seu efeito hipocolesterolêmico, que pode ser atribuído provavelmente ao conteúdo em ácidos graxos insaturados de suas sementes e à presença de tocoferóis (Lehmann, 1996; Breene, 1991; Ferreira, 1999).

Composição das Vitaminas e Minerais

Embora o amaranto não seja um cereal, pode ser consumido em seu lugar, possui na sua composição maior teor de riboflavina e de ácido ascórbico que nos cereais encontrados comuns, tais como trigo, cevada, aveia, centeio, arroz e milho (Afolabi et al., 1981).

Algumas vitaminas foram determinadas para duas variedades do *A. cruentus* (var. 1 e 2) (Becker et al., 1981) e podem ser vistas e comparadas às recomendações adaptadas à população brasileira, para crianças de 1,1 a 3 anos de idade conforme Tabela 6.

As Tabelas 6 e 7 apresentam os valores encontrados por diferentes autores quanto aos teores de vitaminas e minerais. O amaranto pode satisfazer o requerimento da maioria das vitaminas recomendadas pelo *Committee on Dietary Allowances* (National Research Council, 1984).

Tabela 6. Teores de vitamina (mg de vitamina/100g de farinha seca) e recomendações adaptadas à população brasileira/dia/SBAN

Vitaminas (mg/100g)	<i>A. Cruentus</i> Var 1	<i>A. cruentus</i> Var 2	SBAN ¹ 1990
Riboflavina	0,19	0,23	0,8
Niacina	1,17	1,45	9,0
Ácido ascórbico	ND	4,5	31
Tiamina	0,07	0,1	0,5
β- caroteno	0,0	0,0	ND

¹SBAN: Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição

ND: Não Detectado

Tabela 7. Composição de alguns minerais de duas espécies de amaranto

Análises	<i>A. cruentus</i>	<i>A. hypochondriacus</i>
Sódio ^a	31	37
Potássio ^a	290	-
Cálcio ^a	175	137-167
Magnésio ^a	244	292-363
Ferro ^a	17,4	9,1-21,7
Zinco ^a	3,7	3,6-3,9
Cobre ^a	1,2	0,6-0,8
Manganês ^a	4,6	1,9-2,9
Fitato (%)	0,50-0,58	0,54-0,62
Taninos (equiv. Catequinas%)	0,043-0,13	0,54-0,065

Fonte: Adaptado de Afolabi et al (1981) e Becker et al. (1981).

^a mg/100g de matéria seca.

Em geral, as quantidades de minerais no grão de amaranto também são suficientes para satisfazer as recomendações nutricionais diárias. Os minerais predominantes são cálcio, ferro e fósforo superiores aos cereais comerciais centeio, arroz e trigo.

Em relação a quinoa, o amaranto não possui saponinas além de apresentar baixo conteúdo de ácido fítico, taninos e oxalatos. Desta forma, a absorção de minerais na dieta de amaranto não é afetada, devido a essa baixa quantidade de compostos tidos como antinutricionais.

Tabela 8. Comparação entre os níveis de cálcio, ferro e fósforo do amaranto com alguns cereais

Grãos	Cálcio (mg/100g)	Ferro (mg/100g)	Fósforo (mg/100g)
Amaranto	162	10,0	455
Centeio	380	2,6	376
Milho	33	2,8	282
Trigo	41	3,3	372
Arroz	32	1,6	360

Fonte: Adaptado de Marcílio (2002).

Extrusão de Amaranto

Entre as novas técnicas de processamento usadas em alimentos para materiais amiláceos, o cozimento por extrusão tem ganho notável importância por ser considerado como um processo versátil e de custo relativamente baixo. Desde 1930, a produção industrial por extrusão térmica e a frio foi desenvolvida em bases muito empíricas. Porém, a partir dessa data, a maioria dos estudos que têm sido desenvolvidos se referem principalmente ao efeito das variáveis do processo de extrusão nas propriedades funcionais do produto extrusado final. A maioria dos trabalhos científicos feitos sobre cozimento por extrusão estão publicados em periódicos científicos. Entretanto, outra frente de conhecimento pertinente é a literatura de patentes, onde as informações estão disseminadas. Uma série de trabalhos de pesquisa relacionados à extrusão de amaranto bem como associado a outras farinhas foram realizados (Chávez-Jáuregui, 1998 e 1999; Ascheri & Carvalho, 1996; Ascheri, 1997; Ascheri & Carvalho, 1997; Ascheri et al., 1998).

Alguns resultados da extrusão de amaranto

Dentre as atividades de pesquisa da Embrapa Agroindústria de Alimentos, uma série de matérias-primas, convencionais ou não convencionais tem sido objeto de pesquisa visando a obtenção de novos produtos ou a adequação dos já existentes utilizando a o processo de extrusão. Serão abordados resultados de produtos elaborados na planta piloto de Tecnologia de Cereais e no laboratório de Tecnologia de Extrusão da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Foto: José Luis Ramirez Ascheri



Fig. 1. Extrusor Brabender monorotca - Laboratório de Tecnologia de Cereais, Embrapa Agroindústria de Alimentos.

As sementes de amaranto são grãos muito pequenos (Fig. 2), o que dificulta o seu beneficiamento. Sistemas de moagem tradicionais para retirada da casca implicam em baixo rendimento em farinha.



Fig. 2. Grão de amaranto.

Nesse sentido, utilizar grãos inteiros no processo de extrusão pode ser uma alternativa para se obter produtos com melhor qualidade nutricional sem perda por beneficiamento. Porém, sabe-se que o processamento de produtos com alto teor de fibra (casca) inibe notavelmente o índice de expansão de qualquer produto afetando a textura final do produto. Experiência similar ocorreu com os grãos de quinoa integral na tentativa de se obter snacks expandidos (Ver fluxograma de processamento na Fig. 3).

Os testes de extrusão com amaranto integral não apresentaram níveis de expansão aceitáveis para caracterizar um snack de boa qualidade. Portanto, na procura do melhor aproveitamento deste pseudocereal, testes com diferentes proporções de amaranto integral e farinhas de arroz, milho e isolado protéico de soja (IPS) foram realizados.

Foram então feitos ensaios utilizando até 50% de farinha de arroz e 50% de amaranto. Os resultados da expansão foram superiores ao produto integral, porém o produto apresentou textura relativamente dura, diferente da esperada para um snack obtido só de arroz.

Por outro lado, o produto extrusado, seco até 7% de umidade e submetido a moagem, resultou em uma farinha instantânea de boa qualidade tecnológica para uso como bebida láctea.

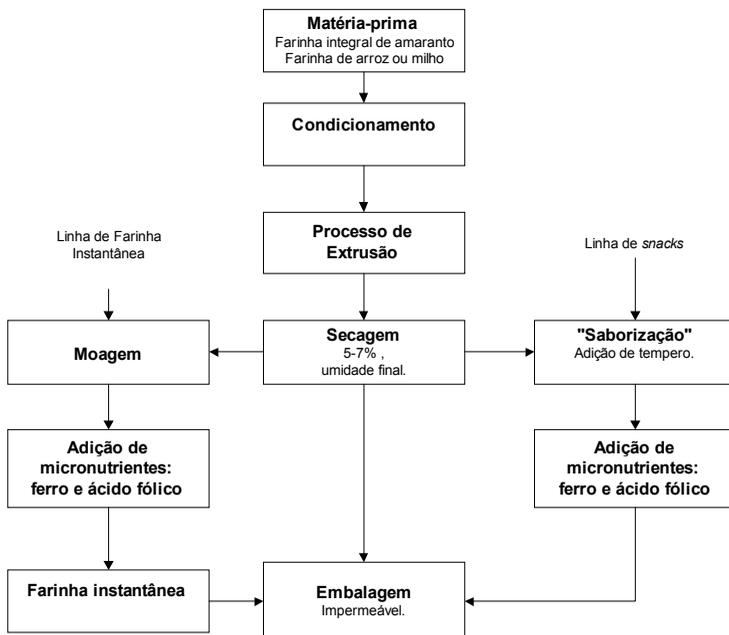


Fig. 3. Fluxograma de obtenção de expandidos e farinha mistas instantâneas de amaranto integral com arroz polido ou com milho.

Na Tabela 9, são apresentados resultados de índice de solubilidade em água (ISA, %) e índice de absorção de água (IAA) de algumas amostras obtidas dos testes preliminares com diferentes misturas como uma forma de se verificar o comportamento do material extrusado (metodologia segundo Anderson et al., 1969).

Tabela 9. Resultado das análises índice de solubilidade em água e índice de absorção de água.

Farinhas	ISA	IAA
Amaranto cru	3,64	2,67
Arroz cru	1,05	6,36
Farinha de amaranto + IPS extrusada (20:80)	16,48	7,25
Farinha de milho e amaranto extrusada (20:80)	11,61	6,35
Farinha de amaranto extrusado	19,54	6,85
Farinha de arroz e amaranto (50:50)	13,92	6,83

ISA: Índice de Solubilidade em Água (%); **IAA:** Índice de Absorção de Água (g/g); **IPS:** Isolado protéico de soja.

A farinha na proporção amaranto/arroz 50:50, resultou em um produto de boa qualidade sensorial quando servido com leite de vaca, assemelhando-se a um produto parecido disponível no mercado chamado Mucilon da Nestlé. Este produto nessa proporção pode ser um interessante complemento de nutrientes, principalmente aminoácidos como lisina e triptofano, que no arroz estão presentes em menor quantidade do que nas semente de amaranto, segundo as referências da literatura.

Outros testes utilizando grãos de milho 80% e amaranto 20% foram realizados com a finalidade de se obter uma farinha pré-gelatinizada para uso como sopa de preparação rápida. Os resultados mostraram um produto de boa qualidade e sabor. Para este tipo de produto é pertinente acertar os parâmetros de cozimento para melhorar a consistência da sopa, segundo seja o tipo de extrusora utilizado.

Na Tabela 10 são apresentados os dados de viscosidade de pasta das amostras antes e após o processo de extrusão. Observa-se que o grau de cozimento alcançado nas misturas foi suficiente para provocar a gelatinização do amido, obtendo-se valores baixos de viscosidade de pasta a 95°C.

Tabela 10. Características de viscosidade¹ de pasta de diferentes farinhas extrusadas contendo amaranto

Farinhas	VI	V95	VTC95	VF
Amaranto cru	3,50	34,08	34,67	84,42
Amaranto extrusado	11,08	14,17	12,67	29,17
Amaranto e arroz extrusados (50:50)	13,25	23,83	11,42	36,75
Arroz e amaranto extrusados (80:20)	46,08	48,33	17,00	48,58
Milho e amaranto extrusados (80:20)	7,42	13,33	5,50	14,58
Arroz cru	-0,17	134,58	135,17	451,92

¹ Viscosidade de pasta no Rapid Visco Analyzer - unidades RVA; **VI**: Viscosidade Inicial; **V95**: Viscosidade a 95°C; **VTC**: Viscosidade a Temperatura constante a 95°C; **VF**: Viscosidade Final.

- **Sopa cremosa de grits de milho/amaranto**

Grits de milho constituem uma interessante matéria-prima no desenvolvimento de produtos por extrusão. Existem no mercado diversos produtos derivados deste processo, porém, na mistura de amaranto/milho, espera-se contribuir na qualidade nutricional por complementação mútua entre os elementos nutricionais de ambas matérias-primas.

Um dos produtos sugeridos, derivados desta mistura foi a elaboração de sopa cremosa instantânea. Testes realizados com 20, 30 e 40% de farinha de amaranto, mostraram resultados muito satisfatórios nos níveis de expansão e características das farinhas para sopa cremosa. Entende-se que, na medida que se substitui o milho pelo amaranto, teremos um produto com melhor qualidade nutricional. Por outro lado, este grau de substituição condiciona algumas propriedades físicas e sensoriais da farinha instantânea, os quais poderão ser diferenciadas através de testes sensoriais de preferência ou aceitabilidade.

Na Tabela 11 são apresentados os valores da composição centesimal das diferentes proporções amaranto/grits elaborados para sopa cremosa.

Tabela 11. Composição centesimal das farinhas a diferentes proporções de amaranto/grits de milho para sopa cremosa

Componente:	Amaranto/grits 40:60%	Amaranto/grits 30:70%	Amaranto/grits 20:80%
Proteína	15,59	14,49	12,46
Umidade	8,33	8,19	8,54
Cinzas	2,66	2,90	2,98
Extrato etéreo	5,74	5,74	5,34
Carboidratos	67,68	68,68	70,68

Tabela 12. Resultado das análises de índice de solubilidade em água e índice de absorção de água de misturas de grits de milho e amaranto para uso como sopa cremosa

Farinhas/grits	ISA	IAA
Amaranto cru	3,95	2,55
Grits de milho cru	1,05	6,36
Amaranto + grits - extrusado (20:80)	16,48	7,25
Amaranto + grits - extrusado (30:70)	14,61	6,35
Amaranto + grits - extrusado (40:60)	13,51	5,33
Amaranto extrusado	19,24	6,55

ISA: Índice de Solubilidade em Água (%); IAA: Índice de Absorção de Água (g/g)

- **Farinha instantânea grits/amaranto para bebida**

Na Tabela 13 são apresentados os valores da composição centesimal de diferentes proporções de amaranto/grits para bebida instantânea.

O procedimento para a obtenção de farinha instantânea para bebida requer que os parâmetros de extrusão sejam mais drásticos quanto à taxa de cisalhamento e temperatura no cilindro do extrusor, já que o amaranto foi processado na sua forma integral, isto é, com casca. Com isto o índice de solubilidade do material aumentou (Tabela 14), obtendo-se um produto de alta solubilidade.

Tabela 13. Composição das farinhas a diferentes percentagens de farinha extrusada amaranto/grits para bebida

Componente:	Amaranto/grits 40:60%	Amaranto/grits 30:70%	Amaranto/grits 20:80%
Proteína	14,97	14,21	12,23
Umidade	8,68	8,19	8,57
Cinzas	3,89	2,99	2,98
Extrato etéreo	4,99	5,73	5,54
Carboidratos	67,38	68,88	70,68

Tabela 14. Índice de solubilidade em água e índice de absorção de água de misturas de grits de milho e amaranto para uso como bebida

Farinhas/grits	ISA	IAA
Amaranto cru	5,95	1,21
Grits de milho cru	2,15	3,36
Amaranto + grits- extrusado (20:80)	18,68	5,25
Amaranto + grits - extrusado (30:70)	15,61	5,35
Amaranto + grits - extrusado (40:60)	14,51	4,33
Amaranto extrusado	20,24	4,95

ISA: Índice de Solubilidade em Água (%); **IAA:** Índice de Absorção de Água (g/g)

Na Tabela 15 são apresentados resultados de composição centesimal dos diferentes produtos elaborados indicando os três parâmetros principais considerados no desenho experimental. Na seqüência: T = tratamento, número de 3 dígitos indica temperatura °C, número de dois dígitos indica umidade utilizada para o processo, e o último número de dois dígitos indica a percentagem de farinha de amaranto utilizado na formulação (T-160-19-30).

As amostras de bebida láctea, tanto a de arroz como a de milho apresentaram um teor de proteína superior às formuladas para sopa cremosas. Isto devido a que no preparo da bebida láctea houve a adição de leite em pó.

A qualidade da proteína depende da composição de aminoácidos essenciais. Alimentos vegetais não contém todos os aminoácidos essenciais na proporção certa que precisamos. Porém, quando misturamos alimentos, qualquer deficiência é reduzida quando à excesso de outro. O amaranto pode-se dizer que é uma alimento de boa qualidade, com as misturas obtidas nos experimentos não houve grandes diminuições no perfil de aminoácidos nas farinhas misturas estudadas.

O perfil de aminoácidos foi determinado na farinhas com e sem misturas com milho e com arroz e comparadas com a farinha crua de amaranto (Tabela 16). Pode-se observar que o perfil de aminoácidos da farinha crua de amaranto é maior quanto aos aminoácidos determinados nas misturas de amaranto com arroz e com milho, porém se comparadas às farinhas extrusadas sem mistura com amaranto, a maioria dos percentuais de aminoácidos de cada um dos cereais, milho e arroz são menores. Isso demonstra que a mistura de 40% de amaranto e 60% de farinha de arroz ou milho melhoram os teores de aminoácidos das farinhas instantâneas.

Tabela 15. Comparativo em diferentes parâmetros de extrusão na composição centesimal (g/100) de misturas de farinhas extrusada com amaranto e arroz ou com milho

Tratamento ¹	Composição Centesimal (g/100)				
	Proteína	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra Bruta	Umidade
Farinha extrusada de amaranto e arroz T-140-14-20 ¹	8,72	0,47	1,08	1,40	5,55
Farinha extrusada de amaranto e arroz T-130-16-30	9,46	0,60	1,14	1,69	5,69
Fórmula de snack de amaranto e arroz T-140-14-20	8,69	4,82	4,27	3,63	5,59
Fórmula de bebida láctea de amaranto e arroz T-14-16-30	15,69	15,50	3,30	5,32	4,45
Fórmula de sopa de amaranto e arroz T-160-19-30	10,94	0,80	13,17	1,60	6,87
Fórmula de sopa de amaranto e milho T-120-15-30	10,25	0,94	12,55	2,08	5,28
Fórmula de bebida láctea de amaranto e milho T-100-20-40	16,12	16,09	3,38	0,74	4,94
Fórmula de snacks de amaranto e milho T-140-16-20	9,12	3,62	2,98	1,66	7,01
Farinha extrusada de amaranto e milho T-100-20-40	10,09	1,34	1,07	2,13	7,45
Farinha extrusada de amaranto e milho T-100-16-20	8,61	0,49	0,78	1,58	4,70
Farinha extrusada de amaranto e milho T-100-16-40	10,37	2,31	1,51	2,09	6,02

¹ T = tratamento e os números seguintes, após cada traço, indicam temperatura (em °C) - umidade (em %) - farinha de amaranto utilizado na formulação (em %)

Tabela 16. Comparativo em diferentes parâmetros de extrusão no perfil de aminoácidos em farinhas mistas extrusadas com amaranto e milho e com arroz (em g/100)

Aminoácidos	Farinha mista extrusada de Amaranto/arroz (T-140-18-40) ¹	Farinha mista extrusada de Amaranto/milho (T-140-18-40) ¹	Farinha extrusada de arroz (T-140-18-40)	Farinha extrusada de milho (T-140-18) ¹	Farinha de Amaranto crua
Ácido Aspártico	0,93	0,70	0,75	0,40	1,13
Treonina	0,36	0,34	0,17	0,16	0,46
Serina	0,60	0,53	0,29	0,20	0,81
Ácido Glutâmico	1,99	2,07	1,15	0,97	2,40
Prolina	0,47	0,80	0,32	0,72	0,55
Glicina	0,73	0,54	0,32	0,16	1,12
Alanina	0,49	0,63	0,32	0,31	0,50
Cistina	0,15	0,15	0,37	0,15	0,21
Valina	0,49	0,42	0,33	0,25	0,53
Metionina	0,14	0,11	0,11	0,07	0,21
Isoleucina	0,40	0,34	0,25	0,20	0,47
Leucina	0,71	1,07	0,50	0,60	0,74
Tirosina	0,33	0,33	0,23	0,15	0,39
Fenilalanina	0,50	0,48	0,32	0,23	0,54
Lisina	0,54	0,37	0,19	0,14	0,77
Amônia	0,24	0,27	0,23	0,22	0,28
Histidina	0,29	0,31	0,17	0,14	0,37
Arginina	0,96	0,63	0,49	0,21	1,28

¹ T = tratamento e os números seguintes, após cada traço, indicam temperatura (em °C) - umidade (em %) - farinha de amaranto utilizado na formulação (em %)

Devido aos grãos de amaranto utilizados na sua forma integral, isto é, com casca, incluindo-se o germe da mesma, significa que grande parte da riqueza nutricional contida nessas frações podem ser aproveitados na produção de uma farinha. Isto implica em um teor de minerais, componentes vitamínicos e fibra alimentar em níveis superiores aos encontrados nas farinhas de trigo, arroz, ou milho que são previamente descascados ou degerminados no processo de elaboração das farinhas respectivas.

Nas Tabela 17 e 18, respectivamente são apresentados os teores de minerais e vitaminas na farinha de amaranto integral e extrusada. Sais minerais e vitaminas funcionam como “co-fatores” do metabolismo no organismo. Sem eles, as reações metabólicas ficariam tão lentas que não

seriam efetivas. Os sais minerais desempenham funções vitais em nosso corpo como manutenção do equilíbrio de fluidos, controle da contração muscular, carreamento de oxigênio para a musculatura e regulação do metabolismo energético. Dietas deficitárias em minerais podem causar sérios problemas de saúde. Embora presentes na dietas, alguns minerais nem sempre são ingeridos nas quantidades suficientes para satisfazer as necessidades metabólicas, especialmente durante a fase de crescimento, estresse, trauma, perda de sangue e algumas doenças. Muitos esportistas também têm deficiência de minerais, devido ao exercício vigoroso o qual acelera a perda pela urina e suor. No caso do amaranto, os resultados de minerais da Tabela 17 mostram valores bastante razoáveis com e sem mistura. Uma porção de 100g da farinha na dieta poderia fornecer cerca de 90% do requerimento diário para bebês de 0,5 a 1.0 ano, 25% do cálcio, 100% do ferro, magnésio e zinco (Brasil, 1998).

Tabela 17. Teores de minerais de farinhas instantâneas e crua de amaranto

Minerais	Amaranto Integral cru Mg/100g	Amaranto integral extrusado mg/100g
Sódio	ND	ND
Fósforo	454,93	418,93
Cálcio	168,69	164,74
Ferro	18,67	20,09
Potássio	428,41	408,52
Magnésio	252,00	235,45
Manganês	2,92	2,93
Alumínio	15,22	14,23
Cobalto	ND	ND
Cromo	0,04	0,10
Cobre	0,61	0,61
Molibdênio	ND	ND
Chumbo	ND	0,11
Selênio	ND	ND
Zinco	6,83	6,54

ND: Não Detectado

Há tempos a comunidade científica alerta para o problema da deficiência de vitaminas e minerais na alimentação do brasileiro. A dieta da população é considerada deficiente tanto quantitativamente, quanto qualitativamente, em vitaminas e minerais. O Brasil, por exemplo, se destaca em hipovitaminose A. Em 1998, na região do Rio de Janeiro alguns trabalhos destacam a baixa incidência de alimentos ricos em vitamina A presentes na cesta básica mostrando valores insuficientes para suprir as necessidades da família. A carência deste nutriente provoca, em casos mais graves, a cegueira noturna irreversível, além de afetar o sistema imunológico, principalmente de crianças, abrindo caminho para o surgimento de outras doenças graves. A carência desta vitamina está associada, também, à anemia ferropriva, uma vez que altera a absorção de ferro pelo organismo.

Tabela 18. Teor de Vitaminas nas farinhas mistas extrusadas com amaranto e arroz e com milho¹

Vitaminas e/ou precursor vitamínico	Farinha extrusada de Amaranto/arroz (T-140-18-40) ²	Farinha extrusada de Amaranto/milho (T-140-18-40) ²	Farinha de Amaranto crua
Vitamina B2 – Riboflavina (mg/100)	ND < 0,02	Tr < 0,03	Tr < 0,03
Vitamina B6 – Piridoxina (m/100g)	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,05 ± 0,00
Niacina (mg/100g)	5,17 ± 0,09	4,36 ± 0,08	7,08 ± 0,06
Vitamina B1 – Tiamina (mg/100g)	0,04 ± 0,00	0,22 ± 0,00	0,09 ± 0,01
Alfa-tocoferol (mg/100g)	0,29 ± 0,01	0,35 ± 0,01	1,13 ± 0,04
Beta-tocoferol (mg/100g)	0,73 ± 0,01	0,68 ± 0,01	2,60 ± 0,12
Gama-tocoferol (mg/100g)	0,03 ± 0,00	0,17 ± 0,00	ND < 0,02
Delta-tocoferol (mg/100g)	ND < 0,02	v < 0,02	0,03 ± 0,02
Tocoferol Total (mg/100g)	1,05	1,20	3,76
Vitamina E (UI/100g)	< 1	1	2
Vitamina E expressa como Alfa-tocoferol (mg/100g)	0,49	0,56	1,84

¹ Média e estimativa de desvio padrão; **ND**: Não detectado; **Tr**: traço.

² **T** = tratamento e os números seguintes, após cada traço, indicam temperatura (em °C) - umidade (em %) - farinha de amaranto utilizado na formulação (em %)

Conclusões e Recomendações

Com base nos resultados obtidos, os grãos de amarantho utilizados na forma integral permitem a elaboração de produtos extrusados expandidos que podem ser utilizados na alimentação humana, proporcionando nutrientes de melhor qualidade. O uso de farinhas de arroz ou de grits de milho melhora a qualidade de sensorial dos produtos derivados, seja para uso como farinha pré-gelatinizadas para sopas ou bebidas na forma de snacks.

Em consequência dos excelentes resultados de adaptação da cultura do amarantho na Região do Cerrado, bem como dos resultados tecnológicos conseguidos no desenvolvimento de produtos alimentícios processados, recomenda-se ao setor agrícola e ao setor agroindustrial a inclusão desta cultura como sendo uma das mais promissoras.

Referências Bibliográficas

- AFOLABI, A. O., OKE, O. L., AND UMOH, I. B. Preliminary studies on the nutritive value of some cereal-like grains. **Nutrition Report International**, Los Altos, v. 24, p. 389, 1981.
- ANDERSON, R. A., CONWAY, H. F., PFEIFER, V. F.; GRIFFIN, L. Jr. Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, St. Paul, MN, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.
- ASCHERI, J. L. R. **Extrusão termoplástica de amidos e produtos amiláceos**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 1997b, 43p (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 19).
- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterización físico-química de "snacks" de grits de maíz producidos por extrusión termoplástica. **Alimentaria**, Madrid, v. 273, n. 6, p. 87-91, 1996.
- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Efecto de los parámetros de extrusión, características de pasta y textura de pellets (snacks de tercera generación) producidos a partir de trigo y maíz. **Alimentaria**, Madrid, v. 279, n.1, p.93-98, 1997.
- ASCHERI, J. L. R. ; RAMÍREZ-ASQUIERI, E.; CARVALHO, C. W. P. Elaboración de harina integral instantanea de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) por extrusion termoplastica. **Alimentaria**, Madrid, v. 292, n. 5, p. 93-98, 1998.
- AULER, F. **Produção e caracterização de farinhas e concentrados protéicos de amarantho (*Amaranthus cruentus*)**. 2002. 75p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BECKER, R. E., WUEELER, E. L. LORENZ, K., STAFFORD, A.E., GROSJEAN, O.K., BETSCHART, A .A, SAUDERS, R.M.A A Compositional study of amaranth gran. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p. 1175-1180, 1981.

BETSCHART, A. A.; WOOD, IRVING, D.; SHEPHERD, A. D.; SAUNDERS, R. M. *Amaranthus cruentus*: milling characteristics, distribution of nutrients within seed components, and the effects of temperature on nutritional quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p. 1181-1187, 1981.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 33, de 13 de janeiro de 1998. Aprova os níveis de Ingestão Diária Recomendada - IDR para vitaminas, minerais e proteínas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Disponível em: <[http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=66&word=idr%20vitaminas%20minerais#/'](http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=66&word=idr%20vitaminas%20minerais#/)>. Acesso em: out. 2004.

BRENEE, W. M. Food uses of grain amaranth. **Cereal Foods World**, St. Paul, MN, v. 36, n. 5, p. 426-430, 1991.

BRESSANI, R. Amaranth: the nutritive value and potential uses of the grain and by-products. **Food Nutrition Bulletin**, Tokyo, v. 10, n. 2, p. 49-59, 1988.

BRESSANI, R. The proteins of grain amaranth. **Foods Reviews International**, New York, v. 5, n. 1, p. 13-38, 1989.

BRESSANI, R.; GARCIA-VELLA, L. A. Protein fractions in amaranth grain and their chemical characterization. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, Washington, v. 38, n. 5, p. 1205-1209, 1990.

CHÁVEZ-JÁUREGUI, R. N. **Produção e avaliação sensorial de alimento expandido pela extrusão termoplástica de amaranto (*Amaranthus caudatus*, L.)**. 1999. 125p. Tese (Doutorado) - Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CHÁVEZ-JÁUREGUI, R. N. **Produção e avaliação sensorial de alimento expandido pela extrusão termoplástica (*Amaranthus caudatus* L.)**. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS., 16., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SBCTA/Regional do Rio de Janeiro, 1998. 1 CD-ROM. (Trabalho 656).

FAO/OMS/WHO. **Necessidades de energia y de proteínas**. Genebra: OMS, 1985, 220p. (Série de Relatórios Técnicos).

FERREIRA, T. A. P de C. **Avaliação nutricional do amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) extrusado em diferentes condições de umidade**. 1999. 157 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Alimentos e Nutrição, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GORINSTEIN S.; ZEMSER M.; FILES, A.; SHNITMAN, I.; PAREDES-LOPEZ, O.; YAMAMOTO, K.; KOBAYASHI, S.; TANIGUCHI, H. Computation analysis of amino acid residue sequences of amaranth and some other proteins. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 62, n. 10, p. 1845-1851, 1998.

LEHMANN, J. W. Specialty grains: case history of grain amaranth as an alternative crop. **Cereal Foods World**, St. Paul, MN, v. 11, n. 5, p. 399-411, 1996.

MARCÍLIO, R. **Uso do grão de amaranto no desenvolvimento de produto tipo "cookie" isento de glúten**: características nutricionais e sensoriais. 2001. 162 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Amaranth**: modern prospects for an ancient crop. Washington: National Academy Press, 1984. 81 p.

SANCHEZ-MARROQUIN, A. Forgotten crops of agroindustrial importance: amaranth and quinoa. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 33, n. 1, p. 11-32, Mar, 1983.

SAUNDERS, R. M.; BECKER, R. Amaranthus: a potential food and feed resource. **Advances in Cereal Science and Technology**, St. Paul, MN, v. 6, p. 357-396, 1984.

SGARBIERI, V. C. Propriedades nutricionais das proteínas. In: SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades, degradações e modificações. São Paulo: Ed. Varela, 1997. 517 p.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas Ed. Unicamp; São Paulo: Ed. Almed, 1987.p. 250-261; 330-335.

SINGHAL, R. S.; KULKAMI, P. R. Review: amaranths an underutilized resource. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 125-139, 1988.

SPEHAR, C. R., SANTOS, R. L. de B.; SOUZA, P. I. M. Novas espécies de plantas de cobertura para o plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Brasília, 1997. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA, 1997. p.169-172.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. de B.; JACOBSEN, S. E. Andean grain crop introduction to the Brazilian savannah (cerrado). In: SATLA INTERNATIONAL CONFERENCE IN TROPICAL AND SUBTROPICAL HIGHLANDS WITH SPECIAL REFERENCE TO LATIN AMERICA = SATHLA CONFERENCIA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA SUSTENTAVEL EM REGIOES MONTANHOSAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS COM ESPECIAL REFERENCIA PARA A AMERICA LATINA-SATHLA, 1998, Rio de Janeiro. **Proceedings = Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia: Embrapa Solos, 1998. 1 CD-ROM.

JACOBSEN, S. E.; NUÑES, N.; SPEHAR, C. R.; JENSEN, C. R. Quinoa: a potential drought resistant crop for the Brazilian Savannah. In: SATLA INTERNATIONAL CONFERENCE IN TROPICAL AND SUBTROPICAL HIGHLANDS WITH SPECIAL REFERENCE TO LATIN AMERICA = SATHLA CONFERENCIA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA SUSTENTAVEL EM REGIOES MONTANHOSAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS COM ESPECIAL REFERENCIA PARA A AMERICA LATINA-SATHLA, 1998, Rio de Janeiro. **Proceedings = Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia: Embrapa Solos, 1998. 1 CD-ROM.

TEUTÔNICO, R. A., KNORR, D. Amaranth: composition, properties and applications of rediscovered food crop. **Food Technology**, Chicago, v. 10, n. 5, p. 49-60, 1985.

YÁNEZ, E.; ZACARÍAS, I.; GRANGER, D.; VÁSQUEZ, M.; ESTÉVEZ, A. M. Caracterización química y nutricional del amaranto. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 44, n. 1, p. 57-62, 1994.

Embrapa

Agroindústria de Alimentos

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

