

ADAPTAÇÃO DA QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
PARA INCREMENTAR A DIVERSIDADE AGRÍCOLA
E ALIMENTAR NO BRASIL

Carlos Roberto Spehar¹

RESUMO

O cultivo da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), uma espécie da família Chenopodiaceae de introdução recente no Brasil, tem despertado interesse por causa de grandes esforços em pesquisa, experimentação e desenvolvimento, durante os últimos 15 anos. Por tratar-se de planta nova na agricultura brasileira, ainda que apresente grandes perspectivas por suas múltiplas aplicações, o estabelecimento da cadeia produtiva encontra-se no seu limiar e depende do elo entre a demanda e o produtor. Entretanto, com o aumento dos problemas fitossanitários, decorrentes de monocultivo, especialmente da soja no Cerrado, intensifica-se a pressão por diversificar. Culturas alternativas, como a quinoa, que possibilitam interromper o ciclo de pragas e doenças, são boas opções. Sua introdução, em cultivos rotacionados ou sucessivos, deve contribuir para a redução no uso de insumos, com impacto favorável ao ambiente e à saúde humana. São abordados os vários aspectos do conhecimento, com ênfase na origem e nas importâncias agrícola e alimentar, na obtenção de cultivar, na agronomia e nas vantagens econômicas do cultivo. Os resultados obtidos com o trabalho pioneiro, visando sua adaptação aos sistemas agropecuários, são revistos e demonstram o potencial de exploração econômica. Espera-se estimular seu emprego, desde a agricultura familiar até a de grande escala, criando oportunidades de mercado.

Termos para indexação: Chenopodiaceae, cultivar, agronomia, utilização, vantagem econômica, ambiente.

ADAPTATION OF QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) TO
INCREASE THE AGRICULTURAL AND ALIMENTARY DIVERSITY IN BRAZIL

ABSTRACT

Quinoa cultivation (*Chenopodium quinoa* Willd.), a species belonging to Chenopodiaceae family of recent introduction in Brazil, began as a result of great efforts in research, experimentation and development in the last 15 years. Because it is a new plant in Brazilian agriculture, although it presents great perspective for its multiple applications, the establishment of a production chain is still at the onset and directly dependant on the link between demand and producer. However, under increasing phytosanitary problems, especially due to the soybean monocrop

¹ Eng. Agrônomo, Ph.D. em Genética, Melhoramento e Nutrição de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa, participa do convênio Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa / Universidade de Brasília – UnB, como professor no Programa de Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Ala Sul, Instituto Central de Ciências, Asa Norte, 70910-970 Brasília, DF spehar@unb.br

C. R. Spehar

in the Brazilian Savannah, the demand for diversification has been intensified. Alternative crops, like quinoa, that allow interruption of pest and disease cycles, have called farmers attention. Their introduction, in rotation or successive cropping, shall contribute to reduce input, with favourable impact on the environment and human health. The various aspects of knowledge are approached with emphasis on the origin and importance for agriculture and food, for cultivar acquisition, agronomy and economical advantages of quinoa cultivation. The results obtained with the pioneer work, aiming at its adaptation to agro-pastoral systems are reviewed and demonstrate the prospect for economical exploitation. It is expected that the greater use and cultivation of quinoa in family agriculture or large-scale farming will create new market opportunities.

Index terms: Chenopodiaceae, cultivar, agronomy, utilisation, economical advantage, environment

INTRODUÇÃO

Ambientes naturais encontram-se em equilíbrio; neles não ocorrem pragas ou epidemias. Grande número de espécies de seres vivos ocupa nichos em um território pequeno.

Na ocupação dos biomas como o Cerrado, cuja história é recente, tem-se constatado crescentes problemas fitossanitários e de manejo do solo. São grandes áreas povoadas por poucas espécies altamente especializadas, como arroz, feijão, milho híbrido e soja. Cultivos rotacionados, sucessivos e associados, com espécies que tenham constituição botânica própria, são uma forma de atenuar os impactos biológicos negativos e de contribuir para a conservação ambiental (SPEHAR, 2003).

A prática do plantio direto torna possível um melhor aproveitamento do solo e da umidade residual, pois, na ausência de preparo, a implantação de lavouras é mais ágil. Cumpre-se o calendário agrícola, o que permite explorar o potencial de rendimento do cultivo principal e viabilizar a sucessão, com uma segunda safra que protege o solo e oferece perspectiva de renda (SPEHAR, 1998; SPEHAR; LANDERS, 1997).

A quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. tem sido adaptada como opção granífera no Brasil, contribuindo para a diversificação (SPEHAR; SOUZA, 1993). Depois de 15 anos de grandes esforços em pesquisa, experimentação e desenvolvimento, surge interesse no seu cultivo, pelo valor alimentar que possui e pela sinergia positiva dos sistemas agrícolas (ASCHERI et al., 2002; SPEHAR; SANTOS, 2002).

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

Por ser uma planta de introdução recente, no limiar do surgimento da cadeia produtiva, considerou-se interessante acrescentar à informação agrônômica aspectos relativos à sua utilização. Este trabalho visa apresentar o estado da arte sobre o cultivo da quinoa e demonstrar seu emprego como alternativa para diversificar a agricultura, tornando-a biológica e economicamente sustentável, com reflexo positivo nos sistemas de produção e segurança alimentar.

ORIGEM E IMPORTÂNCIA

A quinoa é uma espécie granífera, domesticada pelos povos habitantes da Cordilheira dos Andes, há milhares de anos (SPEHAR; SANTOS, 2002). Após a conquista espanhola, seu cultivo entrou em declínio, provavelmente pela introdução da cevada e como forma de reduzir a importância que o cultivo apresentava perante a sociedade e a religião locais (RISI CARBONE, 1986).

A quinoa apresenta maior quantidade de proteína e mais equilíbrio na distribuição de aminoácidos essenciais do que os cereais e assemelha-se à caseína – fração protéica do leite (ASCHERI et al., 2002; SPEHAR; SOUZA, 1993). Isso tem contribuído para sua popularização como alimento alternativo, com alto valor nutritivo e baixo nível de colesterol, em especial nos países desenvolvidos (SPEHAR; SANTOS, 2002).

No Brasil, a quinoa é de introdução recente, década de 90, como parte de um esforço para diversificar o sistema de produção no Cerrado. As primeiras tentativas de adaptá-la ao cultivo se deram por seleção em populações híbridas, provenientes de Cambridge, Inglaterra (SPEHAR; SOUZA, 1993).

Na perspectiva de ser produzida em larga escala no Brasil, no plantio em sucessão (safrinha), poder-se-á utilizar o grão na indústria de alimentos e rações (SPEHAR, 2002). Em sistemas integrados de agricultura e pecuária, a planta inteira tem utilidade na alimentação animal (SPEHAR, SANTOS, 2002).

Pelo aspecto da planta quando nova, a quinoa pode ser definida como “um espinafre que produz grãos”. Na maturação, os cachos (panículas) são semelhantes aos do sorgo, com diversas colorações, entre o amarelo e o roxo.

Pela quantidade de biomassa que produz, constitui alternativa para a proteção do solo em plantio direto no Cerrado (SPEHAR, 1998; SPEHAR; LARA CABEZAS, 2000). Pode ser plantada e colhida com máquinas, em cultivo mecanizável e racional, com custos e rendimentos que permitem elevada margem de lucro ao produtor (SPEHAR, 1998).

Classificação Botânica

A quinoa pertence à família Chenopodiaceae, a mesma de outras plantas alimentares e medicinais como o espinafre, a beterraba e a erva-de-santamaria, ou mastruz (*Chenopodium ambrosioides*). O gênero *Chenopodium* apresenta-se distribuído pelo mundo, com várias espécies, cerca de 250 identificadas (GIUSTI, 1970). Dessas, destacam-se *C. quinoa*, *C. palidicaule* (de origem andina) e *C. berlandieri* ssp. *nutaliae* (de origem mexicana) como pseudocereais da América. Na Ásia, cultiva-se o *C. album*, onde se utilizam as suas folhas e os grãos na alimentação, como espinafre. Essa espécie constitui uma planta invasora em regiões temperadas e subtropicais do mundo e mais recentemente tem ocorrido no Cerrado (SPEHAR et al., 2003). O número diferente de cromossomos faz com que haja um isolamento natural entre essa espécie e *C. quinoa*, sem risco de ocorrerem híbridos naturais.

Características de Adaptação

A adaptabilidade da quinoa reflete a diversidade de ambientes que ocorrem na região de origem. Em sua adaptação ao cultivo no Brasil, tem-se objetivado tolerância ao estresse (seca, acidez do solo, baixas temperaturas), elevados rendimentos de grãos e de biomassa, além de outras características agrônômicas. Nas variedades disponíveis, a planta apresenta crescimento inicial lento. Após 30 dias, o crescimento se acelera e a planta atinge até dois metros. Rapidez de crescimento é desejável para tornar a planta mais competitiva com relação às invasoras (SANTOS et al., 2003).

A ocorrência e a deposição de oxalato de cálcio nas folhas possibilita a retenção de umidade, característica desejável na tolerância à seca (RISI CARBONE, 1986). Portanto, nas condições de safrinha, quando escasseiam as chuvas, há produção de grãos nas variedades com maior densidade de oxalato, mesmo sob estresse no final do ciclo (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

A quinoa é definida, de acordo com o tipo de inflorescência, em amarantiforme e glomerulada, esta última condicionada por alelo dominante (GANDARILLAS, 1967). Podem ainda ser laxas ou compactas.

O grão, fruto do tipo aquênio – do mesmo tipo que o do arroz –, amadurece enquanto a planta seca, o que permite colheita mecanizada (WAHLI, 1990). Os frutos, pequenos, achatados e sem dormência, constituem o material colhido e são denominados sementes (TAPIA, 1997). Quando amadurecem, apresentam rápida germinação na presença de umidade (SPEHAR; SANTOS, 2002).

As primeiras linhagens obtidas no Cerrado apresentam níveis variáveis de saponina, substância solúvel em água, que ocorre no episperma (parte externa) da semente (SANTOS, 1996). Detergente natural, de sabor amargo, pode ser removida dos grãos por lavagem vigorosa ou tratamento térmico. Os compostos, glucosídeos triterpenóide e esteróide, são estáveis e considerados antinutrientes (BALLON et al., 1976; GEE et al., 1993; TELLERIA RIOS et al., 1978).

Na atualidade, descobriu-se que a saponina em pequenas quantidades pode ser útil e desejável, como aditivo, pela indústria de alimentos e rações. Contribui para prevenir algumas doenças de articulação em cavalos e eliminar vermes e protozoários do trato digestivo de animais domésticos (CHEEKE, 2002). A obtenção de cultivares sem saponina torna-se possível, pois a característica é facilmente eliminada por seleção (SPEHAR; SANTOS, 2002).

COMPOSIÇÃO ORGANO-MINERAL

A folhas de quinoa são excelente fonte de proteínas, fibras, minerais e vitaminas. Seu uso na culinária deve ser em misturas com outras plantas ou em preparados cozidos que contribuam para diluir a quantidade de nitratos. Ainda são necessários mais estudos sobre a composição das folhas, as quais podem ser consumidas como espinafre (TAPIA, 1997).

A planta inteira apresenta considerável quantidade de proteína e energia, com palatabilidade que estimula o consumo pelos animais domésticos, especialmente o gado bovino. Portanto, em cultivos sucessivos pode ser empregada na produção de forragem (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal em proteína bruta (PB), lipídios (LIP), fibra e digestibilidade (DIG) de componentes de quinoa, 84 dias após a emergência.

Componente	PB	LIP	Fibra	DIG
Panícula	23,45	5,03	27,84	87,32
Folha	18,54	4,53	27,84	74,95
Caule	3,84	1,08	72,99	37,34

Resultados do Laboratório de Química Analítica da Embrapa, 2001.

A quinoa cultivada sob temperaturas mais elevadas, como no Cerrado, apresenta maiores quantidades de gorduras e proteínas no grão do que a cultivada no Altiplano Andino (GOMES, 1999). Em proteínas e fibras, a quinoa supera os cereais (arroz, milho, cevada e trigo), mas está abaixo das leguminosas (feijão e soja). O valor energético da quinoa é semelhante ao dos cereais e inferior ao da soja. Na Tabela 2, comparam-se os teores de compostos orgânicos e o valor energético em quilocalorias (kcal).

Tabela 2. Composição média dos grãos de quinoa comparados aos de cereais e leguminosas.

Composto	Quinoa	Arroz	Cevada	Trigo	Milho	Feijão	Soja
Gorduras	6,3	2,2	1,9	2,3	4,7	1,1	18,9
Proteína	16,5	7,6	10,8	14,2	10,2	28,0	36,1
Cinzas	3,8	3,4	2,2	2,2	1,7	4,7	5,3
Fibra	3,8	6,4	4,4	2,8	2,3	5,0	5,6
kcal/100 g ms	398,7	371,8	383,1	391,5	407,5	366,9	450,9

Fonte: Koziol (1990).

A seguir, apresenta-se uma descrição resumida das características de cada componente do grão de quinoa e seus prováveis usos.

Gorduras – Apresenta conteúdo de gorduras superior ao dos cereais, com a composição similar à da soja, uma fonte rica em ácidos graxos essenciais, dos quais o linolêico e o linolênico correspondem a 60%. Devido a essas concentrações, o óleo de soja mostra-se suscetível à rancificação, por oxidar com facilidade. Entretanto, na quinoa o óleo apresenta a vantagem de ser mais estável (KOZIOL, 1990).

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

Proteínas – Supera os cereais no conteúdo de proteína, com base na matéria seca (Tabela 2). Na Tabela 3, a composição da quinoa é comparativamente superior à dos cereais e leguminosas em lisina e metionina. Os teores dos aminoácidos essenciais, por serem elevados, possibilitam combinações favoráveis com cereais e leguminosas e tornam a dieta mais equilibrada (ASCHERI, 2002; KOZIOL, 1990). Nas misturas com outros alimentos, a quinoa pode enriquecer a nutrição.

Amido – Seus grãos apresentam a maior parte dos carboidratos em forma de amido, cujos grânulos são consideravelmente menores que os de milho e de trigo. Quanto menor o tamanho, mais estável, o que possibilita o uso do amido na indústria de alimentos (KOZIOL, 1990). Apresenta temperatura de gelatinização menor do que o arroz. Isso influi na estabilidade dos alimentos, quando se pensam em congelados.

Tabela 3. Composição de aminoácidos essenciais em quinoa, cereais, leguminosas, carne e leite, em relação ao padrão da FAO.

Aminoácido	Quinoa	Arroz	Milho	Trigo	Feijão	Carne	Leite	Padrão FAO
Fenilalanina	4,0	5,0	4,7	4,8	5,4	4,1	1,4	6,0
Isoleucina	4,9	4,1	4,0	4,2	4,5	5,2	10,0	4,0
Leucina	6,6	8,2	12,5	6,8	8,1	8,2	6,5	7,0
Lisina	6,0	3,8	2,9	2,6	7,0	8,7	7,9	5,5
Metionina	2,3	2,2	2,0	1,4	1,2	2,5	2,5	3,5
Treonina	3,7	3,8	3,8	2,8	3,9	4,4	4,7	4,0
Triptofano	0,9	1,1	0,7	1,2	1,1	1,2	1,4	1,0
Valina	4,5	6,1	5,0	4,4	5,0	5,5	7,0	5,0

Fonte: Santos (1996).

Vitaminas – Além da composição favorável em compostos maiores, supera os cereais em vitamina B₂ (riboflavina). Constitui também fonte de alfa-tocoferol, vitamina E (KOZIOL, 1990).

Minerais – É uma importante fonte de ferro, o dobro do que possuem a cevada e o trigo e o triplo do que é encontrado no arroz. A eficiência do ferro, quando administrado via quinoa, é de 74 %, mais elevada do que a suprida pelo sulfato ferroso (55%) (KOZIOL, 1990). Por essa característica, a quinoa seria um alimento complementar ou nutracêutico.

A composição do grão de quinoa (Tabela 4), para um conjunto de genótipos, mostra considerável variabilidade nos diversos componentes, tanto na quinoa selecionada no exterior quanto no Brasil (WAHLI, 1990; GOMES, 1999).

A quantidade de gorduras, carboidratos, proteínas e fibras, ainda que condicionada por vários genes, pode ser modificada, via melhoramento genético, dirigido à obtenção de matéria-prima que atenda a demandas específicas. Portanto, quando se pretende melhorar a quinoa como fonte energética, por exemplo, pode-se selecionar variedades com maior teor de gorduras e carboidratos. Já a proteína pode ultrapassar 20/100 g e colocar a quinoa entre as principais fontes protéicas, com a vantagem do elevado valor biológico (SPEHAR, 2002).

Tabela 4. Composição em genótipos do grão de quinoa.

Substância	Amplitude	Média
Umidade	6,20 – 14,00	11,72
Gordura	4,26 – 9,50	5,59
Proteína	10,83 – 21,86	14,81
Fibra	1,25 – 4,78	3,35
Carboidratos	53,24 – 67,17	60,95
Saponinas	0,01 – 4,65	1,40
Cinza	1,98 – 6,13	3,38

Fonte: Koziol (1990).

SELEÇÃO DE CULTIVAR

O trabalho de seleção de quinoa no Brasil tem se baseado nas seguintes características: rapidez de crescimento, ausência de acamamento, insensibilidade ao fotoperíodo, baixa ramificação, indeiscência do perigônio (estrutura derivada do cálice que envolve o fruto) e das sementes (frutos), maturação uniforme, ciclos variados (entre precoce a tardio), elevado rendimento de grãos e biomassa, sementes com qualidade e elevado peso hectolítrico, de 2,0 a 3,5 g/1.000 (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Ações da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Embrapa têm contribuído para obter germoplasma com

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

diversidade; conta-se com pelo menos 1.000 genótipos e populações das quais podem ser obtidas cultivares com fenologia desejável (SPEHAR, 1999; SPEHAR; LARA CABEZAS, 2000).

‘BRS Piabiru’ é a primeira recomendação de quinoa ao cultivo granífero no Brasil. Originou-se da linhagem EC 3, selecionada a partir de uma população procedente de Quito, Equador. Após dois anos de ensaios de competição com linhagens selecionadas anteriormente, foi uniformizada, a partir de 1998, nas características agrônômica e ausência de saponina, para a utilização direta do grão. Sua obtenção objetivou oferecer alternativa para diversificar os sistemas produtivos baseados no plantio direto.

A planta apresenta estatura média de 190 cm, dos quais a inflorescência ocupa 45 cm. A diferenciação floral ocorre 30 dias após a emergência, e a antese se inicia aos 45 dias. O período entre a emergência e a maturação fisiológica é de 145 dias. As plantas são resistentes ao acamamento. Os grãos prontos para o armazenamento, com umidade de 12 g/100 g, apresentam peso médio de 2,42 g/1.000 e conteúdo de 13 g/100 g de proteína. Os dados de rendimento são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Rendimento de grãos (kg/ha) de quinoa, cultivar BRS Piabiru⁽¹⁾.

Ano	Local	BRS Piabiru (kg/ha)	Testemunha (kg/ha)	
			Q ₁	Q ₂
1998	Planaltina, DF	2.832	2.735	1.920
	Rio Verde, GO	3.472	3.247	2.362
	Média	3.152	2.991	2.141
1999	Planaltina, DF	2.665	2.331	1.983
	Cristalina, GO	2.370	2.430	1.832
	Média	2.517	2.380	1.907

⁽¹⁾ Valores obtidos em cultivo de sucessão e entressafra, precipitação de 250–300 mm.

Fonte: Spehar e Santos (2002).

AGRONOMIA

A semeadura deve ser programada em função do ciclo da cultivar, para que a maturação ocorra quando a umidade se reduz. A BRS Piabiru, com ciclo longo, pode ser plantada a partir de novembro, pois a maturação ocorrerá no

final de março ou início de abril, quando escasseiam as chuvas. No período anterior à maturação fisiológica (grãos cheios), durante sua ocorrência e principalmente após o ponto de colheita, as sementes deterioram-se rapidamente. Essa perda de germinação e vigor pode ser mais acentuada em germoplasma oriundo de regiões mais secas, enquanto naquele selecionado sob condições de maior umidade a perda é menos acentuada, a depender do tempo de exposição (SPEHAR, dados não publicados).

As sementes perdem e ganham umidade com facilidade. Quando as plantas atingem o ponto de colheita, é interessante acompanhar o nível de umidade. Isso se faz por dois meios:

- 1) Debulha manual de sementes, com retirada de amostras e avaliação do teor de umidade. Com umidade a 20% ou menos, realiza-se a colheita.
- 2) Fricção das panículas. Se as sementes não se desprendem facilmente com o movimento das mãos, adiar a colheita. Caso se desprendam com o movimento das mãos, a colheita poderá se realizar. Se as sementes se agregam ao aperto da mão, a colheita poderá se realizar, desde que seguida de secagem adicional.

O ponto de colheita é definido pelo teor de umidade, abaixo de 20%, para diminuir perdas no processo de colheita e no pós-colheita. Observações mostram que sementes colhidas com níveis superiores ao indicado podem fermentar e perder rapidamente a germinação e o vigor.

A secagem, realizada sempre que o material colhido apresentar valores superiores a 20%, reduz a umidade para cerca de 12%. Neste nível pode-se armazenar as sementes por longo prazo, mesmo sob as condições ambientes do Cerrado. Entretanto, o uso de embalagens herméticas possibilita a manutenção da germinação por longos períodos, além de prevenir pragas de grãos armazenados.

Na produção de sementes comerciais de quinoa, deve-se levar em conta a taxa de polinização natural ou alogamia. Como foi visto, ainda que seja uma planta predominantemente autógama, a taxa de alogamia é variável e pode afetar a pureza varietal caso se multipliquem lado a lado cultivares ou linhagens com ciclos semelhantes.

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

A definição de espaçamento e densidade que resultem em cobertura do solo, no período mais curto possível, é necessária para se obter elevado rendimento com os genótipos ou variedades selecionados. Na fase inicial do crescimento, a cobertura do solo é crucial na competitividade da quinoa com as plantas daninhas (WAHLI, 1990). A rapidez de crescimento e a arquitetura da planta, próprias de cada variedade, são mais bem exploradas via o manejo da planta.

Outro fator que pode afetar a uniformidade da semeadura é a pequenez das sementes. Isso significa que elas não devem ser semeadas em profundidade, sob pena de não germinar. Portanto, o primeiro fator para a definição da população é a quantidade de sementes a ser empregada.

A experimentação em vários locais tem mostrado que a distância entre fileiras ou sulcos varia de 0,20 m a 0,40 m. Nas densidades de até 2.000.000 plantas logo após a emergência, a população reduz-se para até 750.000 na maturação (WAHLI, 1990). As variedades diferem na capacidade de competir em altas densidades. Em geral, as mais tardias e vigorosas apresentam queda de rendimento em populações muito elevadas. Nas plantas que competem entre si, a altura, o tamanho da panícula e o número de sementes ou frutos/panícula são menores que o normal. Entretanto, essas plantas fecham rapidamente as entrelinhas e, por menor peso individual, não acamam, além de ramificar menos. Nessas condições, atingem rendimentos elevados (Risi Carbone, 1986).

Nos cerrados, de 400.000 a 800.000 plantas/ha não mostraram diferença no rendimento, e isso provavelmente se explica pela ramificação das plantas em menores populações. Entretanto, a melhor distribuição espacial, com menor distância entre linhas e maior entre plantas, resultou em mais rápida cobertura do terreno e maior rendimento.

Não há ainda, no Brasil, estudos sobre níveis de fertilização do solo com elementos químicos que atendam às exigências da quinoa para atingir rendimento econômico. Nos países andinos, quando semeada em rotação com os cultivos principais, a quinoa não recebe adubação; utiliza apenas o resíduo e, por isso, apresenta baixos rendimentos (GARCIA, 1985). Tentativas de definir adubação em quinoa têm sido baseadas na composição da planta. Os macronutrientes N, P e K encontram-se em maior concentração nos frutos e folhas, intermediária no caule e menor nas raízes; K e Na ocorrem em alta concentração no perigônio;

Ca e Mg acumulam-se nas folhas e raízes; o Fe apresenta-se em níveis elevados nas folhas, nas raízes e no perigônio (LAMENCA, 1979). Esses dados coincidem, em parte, com os obtidos no ambiente do Cerrado (Tabela 6).

Tabela 6. Composição mineral de quinoa, cultivar BRS Piabiru.

Parte da planta	Elemento							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	(g/kg)			(g/kg)				
Folha	19,5	4,0	30,0	44,6	17,1	702	286	76
Caule	4,6	1,3	31,3	13,8	7,6	62	31	16
Panícula+grãos	20,5	3,1	32,7	13,5	8,5	242	97	33

Resultados do Laboratório de Química Analítica da Embrapa, 2002.

Com base na composição da planta e na produção de biomassa, é possível ajustar os valores recomendados dos principais elementos em adubação, para atender às exigências da quinoa.

Para um rendimento esperado de grãos de 2,5 t/ha, exportam-se em torno de 50 kg de N, 6 kg de P, 80 kg de K, 33 kg de Ca, 20 kg de Mg, 0,6 kg de Fe, 0,2 kg de Mn e 0,07 kg de Zn. Portanto, toma-se como base esses valores para o suprimento de elementos minerais à quinoa, na adubação de manutenção, no plantio.

Para tornar a quinoa parte integrante dos sistemas de produção, é fundamental que se realize um manejo adequado de plantas daninhas. Em relação ao controle químico, comum nos grandes cultivos como soja, milho, feijão, arroz e trigo, no caso da quinoa não há herbicidas completos que atuem de maneira satisfatória. Como era de se esperar, os produtos existentes foram desenvolvidos para as espécies mais cultivadas. Além disso, o cultivo mecanizado em grandes áreas, ainda que seja a melhor forma do ponto de vista ambiental, torna-se pouco viável.

A maioria dos herbicidas produz efeitos letais à quinoa. Alguns como o *imazaquim*, de efeito residual, podem causar grandes danos à cultura até 6 meses após a aplicação (SANTOS et al., 2003). Os graminicidas *trifluralin*, *setoxydin*, *fluazifop-butil* e *alachlor* podem ser empregados na quinoa, sem problemas. Entretanto, não são eficientes no controle de plantas de folhas largas,

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

com destaque para o picão (*Bidens pilosa*). No controle de plantas daninhas de folhas largas, o *tribunil*, desenvolvido para a beterraba e o espinafre, pode ser empregado (WAHLI, 1990).

Nas condições do Cerrado, em plantio direto, a semeadura da quinoa em área cultivada com braquiária (*Brachiaria decumbens*), previamente dessecada com *glifosato*, produziu resultados favoráveis, com baixa infestação de plantas daninhas. Em áreas cobertas com palha, após o cultivo de milho e com controle de plantas daninhas por herbicida sem efeito residual, foi igualmente possível realizar manejo razoável de plantas daninhas (SPEHAR; SANTOS, 2002). À medida que a quinoa se torne um cultivo integrante do sistema e tenha expressão econômica no Brasil, espera-se que sejam selecionados herbicidas adequados ao manejo de plantas daninhas.

UTILIZAÇÃO

Os fatores que tornam a quinoa atrativa no sistema de produção são as características de composição do grão e da planta. Se considerarmos que a composição em aminoácidos essenciais é bastante aproximada à da caseína, fração protéica do leite, não é de se estranhar que as crianças, após o desmame, passassem a consumi-la em forma de papas ou mingaus, como ainda hoje se percebe entre os habitantes da zona rural (ASCHERI et al., 2002).

Na alimentação de humanos adultos, faz parte de uma série de pratos, nos quais contribui com aumento da qualidade alimentar e sabor típico; usa-se também como alimento de idosos e convalescentes. Na alimentação animal, o grão e a planta inteira podem ser utilizados com vantagens. Amido especial, gorduras, vitaminas B e E e minerais encontrados no grão criam novas oportunidades de utilização (SPEHAR, 2002; ASCHERI et al., 2002).

Cita-se ainda o emprego da quinoa em dietas especiais para pacientes celíacos – pessoas alérgicas ao glúten (SPEHAR, 2002). Portanto, as possibilidades de sua integração ao sistema produtivo são tanto maiores quanto maiores são as formas de utilização. Com o uso, surge a demanda e, daí, surge o mercado; o agricultor passa a cultivá-la, e desencadeia-se o processo produtivo. Essa seqüência caracterizou o estabelecimento de outras cadeias produtivas importantes no mundo, como a da soja e a do milho.

A planta pode ser utilizada para o consumo animal e humano, nas fases de seu desenvolvimento. Quando nova, a parte superior pode ser colhida e usada como espinafre. Apresenta grande quantidade de oxalato de cálcio, parte do qual pode ser eliminada com o cozimento. Quando se inicia a diferenciação floral, os botões florais podem ser consumidos como são consumidos os brócolos: cozidos. Com o avanço na fase reprodutiva, pode-se utilizar a planta triturada, como forragem para os animais domésticos. Em variedades tardias, o corte pode ser realizado pouco antes da floração, pois a planta rebrota e ainda produz grãos (TAVÁREZ et al., 1995).

O grão pode ser consumido de várias formas: cozido em água e temperado depois, como salada; cozido com temperos, da mesma forma que se faz com o arroz; em sopas e molhos. A farinha derivada do grão pode ser utilizada na alimentação infantil e na elaboração de mingaus, pudins, pães enriquecidos, panquecas, biscoitos e bebidas.

Processamento e Agregação de Valor

O processamento pode ser em escala de agricultura familiar, em pequenas propriedades, com a transformação de matéria-prima produzida localmente; industrial de pequena escala, realizado pelas pequenas indústrias comunitárias; e industriais de larga escala, pela indústria de alimentos. Na propriedade familiar, pode-se preparar alimentos para o consumo local, como pão enriquecido, grão cozido para salada e temperado como o arroz, panqueca e biscoitos. Alguns desses itens podem ser comercializados como produtos alternativos e enriquecidos. Eles apresentam valor agregado, pela procura como opção de alimento rico e livre de colesterol.

Outra possibilidade é o emprego do grão excedente, isto é, não comercializado ou processado, ou que tenha menor qualidade para o mercado, na alimentação de aves de corte e poedeiras, suínos, e outros animais domésticos (CARDOZO; BATEMAN, 1961, NEGRON et al., 1976; JACOBSEN et al., 1997). A carne, os ovos e o leite assim obtidos podem ser comercializados com vantagem, se comparados aos obtidos com rações artificialmente balanceadas. Essa também é uma forma de agregar valor.

No caso da indústria comunitária, os mesmos produtos podem ser obtidos, além de outros, como a pipoca, que requer uso de canhão expensor. Ela serve

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

de matéria-prima para a confecção de barra de cereal matinal, pura ou enriquecida.

Em escala industrial pode-se obter, por extrusão, farinha instantânea e expansos, como os populares “chips”. Além desses produtos, outras substâncias, como as nutracêuticas, podem ser obtidas para a alimentação humana.

Em quaisquer dos níveis de transformação, encontram-se usos para a planta. A Fig. 1 resume o processamento, com as várias etapas de transformação da quinoa em produtos de valor agregado. Dessa forma, estabelece-se o fluxo de produção de quinoa e desencadeia-se o mercado.

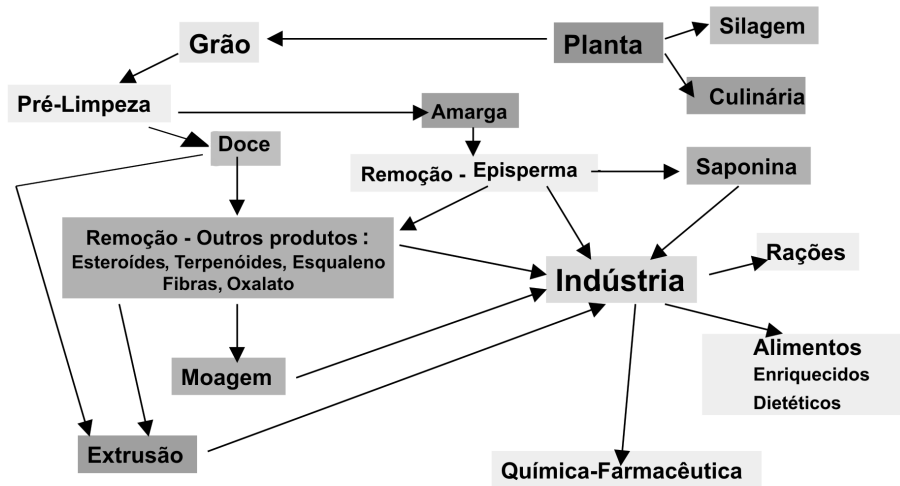


Fig. 1. Fluxo de processamento de quinoa, com os produtos derivados

Fonte: Spehar (2003).

Oportunidade para Novos Produtos

Os produtos que contêm quinoa podem ser de interesse para a saúde pública. A divulgação de suas vantagens poderá criar oportunidade para o emprego desde merenda escolar enriquecida até alimentos sofisticados para o consumo da classe de maior poder aquisitivo. A busca constante por alimentos variados e saudáveis enseja a oportunidade que se divulguem as propriedades nutritivas e nutracêuticas da quinoa, como, por exemplo, as da proteína com alto valor biológico.

C. R. Spehar

Na indústria de congelados, o amido da quinoa pode ser um aditivo interessante. Por ser mais estável, atua como espessante de alimentos e no congelamento não perde as características originais (KOZIOL, 1990).

A composição de alimentos processados por extrusão mostra que a quinoa supera com grande diferença o milho e o arroz polido em lipídios, proteínas e fibras. Portanto, pode ser empregada como enriquecedora de alimentos e na elaboração de farinhas instantâneas. Nestas, apresenta composição superior à de cereais, com ênfase na proporção de aminoácidos essenciais (SPEHAR, 2002).

Com novos produtos que contêm quinoa, incorporados gradativamente à alimentação humana, crescerá a demanda e desencadear-se-á o mercado. A suinocultura e a avicultura de escala farão aumentar a procura por alimentos naturalmente balanceados e que resultem em produto final rastreável, de maior aceitação, como carne e ovos com baixo colesterol. Seu emprego em produção intensiva de leite pode se acentuar por conter considerável quantidade de metionina, aminoácido essencial altamente demandado nesse sistema. Portanto, demonstradas as vantagens, a participação da quinoa se efetivará na agricultura mundial ao longo do tempo.

CUSTO COMPARATIVO DE PRODUÇÃO E RETORNO

O custo de produção de quinoa inclui, entre outros componentes: sementes, fertilizantes, herbicida para folhas estreitas, manejo de plantas daninhas (cultivo orgânico), operações de semeadura, colheita, beneficiamento e armazenamento. Alguns desses integram os itens custos diretos, enquanto outros formam os denominados custos indiretos, como estimados na Tabela 7, que inclui também estimativas de custos de produção de milho. No cultivo orgânico, a quinoa é cultivada em área com manejo de plantas daninhas, via o uso de espécies supressoras, como o sorgo, o guandu e o girassol selvagem. Considera-se o preço de R\$ 1,50/kg de quinoa, pago ao produtor em setembro de 2003. Esse valor é factível, em função de uma demanda atual pouco suprida, em contraste com o preço, na mesma época, de R\$ 0,20/kg de grão de milho.

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

Tabela 7. Estimativas de custos, rendimento, receita e lucro operacional, em US\$ corrente, por hectare de milho e de quinoa em grãos.

Item	Uni- dade	Milho			Quinoa		
		Valor	Quantidade	Preço	Valor	Quantidade	Preço
Custos diretos							
Óleo mineral	lt	0,90	1,98	1,78			
Dessecante	kg	1,35	6,24	8,42	–	–	–
Semente	kg	20,00	2,88	57,52	15,00	2,00	30,00
Inseticida trat. semente	lt	0,18	23,77	4,28	–	–	–
Adubo 05-25-15+0,3% Zn	t	0,47	126,99	59,94			
Adubo 08-20-20	t				0,40	110,00	44,00
Inseticida	lt	1,20	22,10	26,52	–	–	–
Herbicida 1	lt	0,77	27,11	20,87	–	–	–
Herbicida 2	lt	3,30	2,54	8,38	–	–	–
Cobertura 1 – uréia	t	0,16	181,46	29,87	0,08	181,46	14,52
Cobertura 2 – uréia	t				0,06	181,46	10,89
Manejo cobertura	dh				12,00	5,00	60,00
Total 1				217,59		159,40	
Custos indiretos⁽¹⁾							
Mão-de-obra				19,43		19,43	
Óleo diesel				15,05		15,05	
Lubrificantes				2,25		2,25	
Manutenção – implementos				1,20		1,20	
Manutenção – tratores				4,47		4,47	
Manutenção – colhedei- ras				5,14		5,14	
Depreciação máq. e equip.				30,04		30,04	
Rateio – custos administração				61,14		61,14	
Depreciação de outros ativos				7,90		7,90	
Custo empréstimo de custeio				40,67		40,67	
Total 2		7,20	86,21	187,29		187,29	
Custo (Total 1 + Total 2)				404,88		346,69	
Rendimento e receita	t			620,69	1,50	517,24	775,86
Lucro operacional				215,81		429,17	

⁽¹⁾ Bases de dados de um sistema de Informações gerenciais para avaliação de tecnologia em fazenda familiar. Custos indiretos em área de 959 hectares, ano agrícola 2002–2003.

Para esse cenário, o cultivo de quinoa apresenta-se muito competitivo em relação ao do milho. Considera-se que, com aumento da oferta e elevação do custo de produção, a receita líquida esperada seja menor, mas ainda competitiva em relação às de outros cultivos de grãos e cereais. Consistirá, possivelmente, em uma excelente opção de cultivo para pequenos e médios produtores, que visam concentrar-se na exploração de nichos de mercado de produtos orgânicos e dietéticos, por exemplo.

Vale acrescentar que nos mercados consumidores – países europeus e Japão – o preço ao consumidor variou, em setembro de 2003, entre US\$ 4,00 e US\$ 8,00. Além disso, associações de pequenos produtores poderão, por incentivo governamental, exportar com baixo nível de intermediação, nos moldes do que ocorre nos países andinos. Nesse caso, para atender à crescente demanda, a margem de lucro será ainda maior, o que tornará o cultivo da quinoa uma realidade, com a aplicação de altos níveis de tecnologia.

Além dessa perspectiva, a produção poderá ser direcionada à indústria de alimentos e de rações animais. Pelas características de qualidade, poderá ser empregada com vantagem sobre os cereais, com maior taxa de conversão. Outro fato é que o excedente possibilitará agregar valor na propriedade familiar.

A principal limitação, quando se introduz uma nova espécie, como a quinoa, nos sistemas de produção, tem sido a comercialização do produto final. As possibilidades de desencadear a produção de quinoa surgem, num primeiro momento, de intercâmbio das indústrias de alimentos humanos e de ração animal e dos produtores, a exemplo do que ocorre com outras espécies com nichos específicos de mercado, como a ervilha. Outras vias de intermediação entre produtores e outros setores de mercado são: restaurantes, associações de celíacos e pequenos provedores de alimentos e rações animais.

Espera-se que na pequena propriedade, pela diversificação natural de exploração, sejam comercializados produtos e subprodutos desenvolvidos à base de quinoa. Dessa forma, o excedente, transformado com agregação de valor, poderá ser comercializado.

Cabe à Embrapa associar-se à iniciativa privada para intermediar e coordenar as iniciativas que resultem no estabelecimento da cadeia produtiva, mediante a criação de banco de informação entre demanda e oferta que agilize o estabelecimento de vínculos comerciais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de pesquisa, as experiências e as recomendações técnicas revistos neste trabalho demonstram uma primeira aproximação para o êxito no cultivo da quinoa no Brasil. A sua plena adaptação ao sistema produtivo depende da continuidade do melhoramento genético, de estudos sobre a exigência nutricional e o manejo da planta, de validação de tecnologia, da descoberta de novas formas de utilização, da agregação de valor e do estabelecimento de mercado.

Iniciativas da pesquisa e da experimentação com quinoa certamente trarão recompensas: aos pesquisadores agrônômicos; aos extensionistas e agentes de assistência técnica; ao produtor, que poderá melhorar a eficiência do sistema produtivo, com menor custo, impacto ambiental negativo e maior renda; aos nutricionistas que atuam no desenvolvimento de novos alimentos; ao consumidor, que pode se beneficiar de nova opção alimentar; à indústria de transformação e rações que incorpora matéria prima de qualidade a novos produtos; à saúde pública, por contribuir na reversão de doenças e poupar recursos para aplicação em outras áreas essenciais; à política pública, pela educação e o estímulo à diversidade alimentar e à elevação dos padrões de saúde da população; à sociedade humana, que se desenvolverá mais saudável, para melhor desempenho da cidadania.

Todos esses segmentos são interdependentes, e cada um é imprescindível, com importante papel na cadeia produtiva de quinoa. Em uma fase mais avançada, pelo grande potencial de cultivo, nosso país deverá ocupar lugar de destaque na oferta e nas mudanças da dieta alimentar em todo o mundo.

REFERÊNCIAS

ASCHERI, J. L.; SPEHAR, C. R.; NASCIMENTO, N. E. Caracterización química comparativa de harinas instantaneas por extrusión de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), maíz y arroz. **Alimentaria**, Madrid, v. 39, n.331, p. 82-89.2002.

BALLON, E.; TELLERIA, W.; HUTTON, J. Aproximación a la determinación de saponinas por cromatografía de capa fina. In: CONVENCION INTERNACIONAL DE QUENOPODIACEAS, 2. 1976. Potosí. **Memorias...** Potosí, Bolívia: Universidad Tomas Frias: Comité Interdepartamental de Obras Públicas de Potosí: IICA, 1976. p. 89-94.

C. R. Spehar

CARDOZO, A.; BATEMAN, J. V. La quinua en la alimentación animal. **Turrialba**, San Jose, v. 11, p. 72-77, 1961.

CHEEKE, P. R. Actual and potential applications of *Yucca schlidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2. 2002, Uberlândia. **Anais...** Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p.127-131.

GANDARILLAS, H. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua. **Sayaña**, La Paz, v. 5, p.26-29. 1967.

GARCIA, G. Situación actual de la quinua. In: CURSO de Quinua: nível técnicos. Quito, Ecuador: INIAP: Estación Experimental Santa Catalina, 1985.. p. 1-8.

GEE, J. M.; PRICE, K. R.; RIDOUT, C. L.; WORTLEY, G. M.; HURREL, R. F.; JOHNSON, I. T. Saponins of quinoa (*Chenopodium quinoa*): effects of processing on their abundance in quinoa products and their biological effects on intestinal mucosal tissue. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 63, n. 2, p. 201-209, 1993.

GIUSTI, L. El género *Chenopodium* en Argentina. I. Número de cromosomas. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 16, p. 98-105, 1970.

GOMES, M. P. **Avaliação do conteúdo organo-mineral de grãos de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.)**. Seropédica, Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 1999. 59p. Tese M.Sc.

JACOBSEN, E. E.; SKADHAUGE, B.; JACOBSEN, S. E. Effect of dietary inclusion of quinoa on broiler growth performance. **Animal Feed Science and Technology**, v. 65, p.5-14. 1997.

LAMENCA, M. B. Composición de la quinua cultivada en el Altiplano de Puno, Perú. **Turrialba**, San Jose, v. 29, n. 3, p. 219-221, 1979.

KOZIOL, Composición química. In: WAHLI, C. **Quinua hacia su cultivo comercial**. Quito, Ecuador: Latinreco, 1990. p. 137-159.

NEGRON, A. A.; ALVARES, G. E.; CALMET, U. E. La quinua y la cañihua en raciones de pollos parrilleros en Puno, Perú. In: CONVENCIÓN INTERNACIONAL DE QUENOPODIÁCEAS, 2. **Actas...** Potosí: Universidade Boliviana "Tomas Frías", 1976. p. 170-176.

RISI CARBONE, J. J. M. **Adaptation of the Andean grain crop quinoa for cultivation in Britain**. Cambridge: University of Cambridge, 1986. 338 p. Ph.D. Thesis.

60 Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 23, n. 1, p. 41-62, jan./abr. 2006

Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola

SANTOS, R.L.B. **Estudos iniciais para o cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) nos Cerrados**. Brasília: Universidade de Brasília, Tese M.Sc. 1996. 129p.

SANTOS, R. L. B.; SPEHAR, C. R.; VIVALDI, L. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) reaction to herbicide residue in a Brazilian Savannah soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 6, p. 771-776, 2003.

SPEHAR, C. R. Production systems in the savannas of Brazil: Key factors to sustainability. In: LAL, R. (Ed.). **Soil Quality and Agricultural Sustainability**. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan. 1998. p. 301-318. 1998.

SPEHAR, C. R. Validación, difusión, y desarrollo del amaranto y quinua para los sistemas de producción de granos en las sabanas del Brasil . In: REUNIÓN TÉCNICA Y TALLER DE FORMULACIÓN DE PROYECTO REGIONAL SOBRE PRODUCCIÓN Y NUTRICIÓN HUMANA EN BASE A CULTIVOS ANDINOS. 1998, Arequina, Peru. **Memorias...** Lima, Peru, 1999. p. 165-179.

SPEHAR, C. R. Utilização da quinoa como alternativa para diversificar alimentos. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, MG: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal: UFU, 2002. p. 49-58.

SPEHAR, C. R. **Quinoa**: Alternativa para a diversidade agrícola alimentar. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 145 p. SPEHAR, C. R.; LARA CABEZAS, W. A. R. Introdução e seleção de espécies para a diversificação do sistema produtivo nos cerrados. In: LARA CABEZAS, W.A.R.; FREITAS, P. L. (Ed.) **Plantio Direto na Integração Lavoura Pecuária**. Uberlândia, MG: UFU, 2000. p. 179-188.

SPEHAR, C. R.; LANDERS, J. N. Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1997. p.127-131.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) BRS Piabiru: Alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6 , p. 889-893, 2002.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B.; NASSER, L. C. Diferenças entre *Chenopodium quinoa* e a planta daninha *Chenopodium album*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, p. 126-130, 2003.

SPEHAR, C. R.; SOUZA, P. I. M. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: resultados preliminares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

TAPIA, M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para la América Latina y Caribe, 1997. 217 p.

V. G. F. Guedes e D. N. C. Marinho

TAVÁREZ, O. B.; MARTÍNEZ, G. D. M.; ONTIVEROS, J. L. R.; OROZCO, A. M. Evaluación forragera de 18 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Montecillo, México. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Caracas, v. 12, n. 1, p. 71-79, 1995.

TELLERÍA RÍOS, M. L.; SGARBIERI, C.; AMAYA, F. J. Evaluación química y biológica de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 28, n. 3, p. 254-263, 1978.

WAHLI, C. **Quínua**: hacia su cultivo comercial. Quito, : Latinreco S. A. 206 p. 1990.