



QUINOA

**Alternativa para a
diversificação agrícola
e alimentar**

Editor Técnico

Carlos Roberto Spehar

Embrapa

QUINOA
Alternativa para a diversificação
agrícola e alimentar

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

QUINOA
Alternativa para a diversificação
agrícola e alimentar

Editor Técnico
Carlos Roberto Spehar

Planaltina-DF
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 – Planaltina, DF

Fone (61) 3388-9898 – Fax (61) 3388-9879

Internet: <http://www.cpac.embrapa.br>

E-mail: sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial

Maria Helena Gonçalves Teixeira

Revisão de texto

Maria Helena Gonçalves Teixeira

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro

Projeto gráfico e editoração eletrônica

Jussara Flores de Oliveira

Capa

Jussara Flores de Oliveira

1ª edição

1ª impressão (2007): 2000 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).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP
Embrapa Cerrados**

Q7 Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar / editor técnico Carlos Roberto Spehar. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007. 103 p.

ISBN 978-85-7075-047-1

1. Quinoa - cultivo. 2. Quinoa - utilização. 3. Alimentação. I. Spehar, Carlos Roberto.

583.53 - CDD 21

© Embrapa 2007

AUTORES

Carlos Roberto Spehar

Eng. Agrôn., Ph.D., Genética e Melhoramento de Plantas
Embrapa Cerrados
spehar@cpac.embrapa.br

Roberto Lorena de Barros Santos

Eng. Agrôn., M.Sc., Fitotecnia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Esplanada dos Ministérios, Bloco D, Ed. Anexo A, térreo, sala 7
CEP 70043-900 - Brasília-DF
robertolbs@agricultura.gov.br

Rui Fonseca Veloso

Eng. Agrôn., D.Sc., Métodos e Modelos Matemáticos,
Econometria e Estatística
Embrapa Cerrados
rui@cpac.embrapa.br

Wellington Pereira de Carvalho

Eng. Agrôn., M.Sc., Melhoramento Genético,
Embrapa Cerrados
well@cpac.embrapa.br

Sebastião Conrado de Andrade

Eng. Agrôn. Produtor
Fazenda Dom Bosco, Cristalina, GO
sebastião.conrado@solar@com.br

A persistência ajuda a vencer barreiras e nos torna fortes.
Brota do interior, fruto da crença, de um espírito
em constante diálogo com o Criador.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este livro àqueles que, com paciência e a despeito de barreiras, seguem em seu trabalho profícuo. Certamente são como a semente da parábola. Aquela que cai em terra fértil, multiplica-se, produz muitos e bons frutos; todas as gerações lhe serão sempre gratas, pois devem a ela sua existência.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, origem de tudo; à família que, por Ele, nos foi presenteada e, paciente, tolera os descuidos de pai e esposo; aos amigos e companheiros que nos incentivam a continuar; à solidariedade daqueles que alimentam o ideal e a coragem de buscar, dentro de si, soluções para velhos e atuais problemas no curso da existência humana.

Carlos Roberto Spehar

APRESENTAÇÃO

Este trabalho é o resultado de esforços envidados pelos pesquisadores, seus colaboradores e parceiros, com a finalidade de diversificar a produção de grãos. Os problemas fitossanitários crescentes, como resultado do monocultivo, precisam de solução. Como os autores mencionam, temos de imitar a natureza em sua diversidade, ainda que, do ponto de vista prático, o desafio seja grande.

No Bioma Cerrado e no Brasil, predomina o plantio direto, por uma série de vantagens ao produtor, com conseqüências favoráveis ao meio ambiente. Entretanto, como em todos os desafios, a agricultura precisa de aprimoramento para contornar os reveses de sua prática em sistemas monoculturais. Novos problemas podem resultar das ações ligadas ao plantio direto. O não-revolvimento do solo pode aumentar as pragas de solo e as doenças. O inóculo permanece nos restos de culturas e nas plantas espontâneas que resultam das sementes perdidas na colheita. Cita-se, como exemplo, a ferrugem da soja que depende de plantas vivas para se multiplicar e causar epidemia.

Aumentar a diversidade, via rotação, sucessão e cultivos associados não só contribui para diminuir a pressão biótica como também abre novas perspectivas à exploração econômica.

A inclusão da quinoa, um pseudocereal exótico, associado à antiga cultura dos Andes, é parte de um trabalho que visa prevenir problemas e tornar a agricultura cada vez mais eficiente, em bases sustentáveis.

A atividade agrícola é conservadora, talvez, pelos riscos a ela inerentes. As mudanças encontram barreiras e não tem sido fácil a tarefa de introduzi-las no sistema. Fruto de pesquisa e desenvolvimento recomenda-se a primeira cultivar de

quinoa e as técnicas de cultivo; com a divulgação, cresce o interesse dos agricultores e outros segmentos da sociedade humana, especialmente, os ligados à diversificação alimentar. Esta obra reúne informação imprescindível ao cultivo e à utilização da quinoa no Brasil. O espírito pioneiro que têm norteado os trabalhos, certamente trará bons resultados.

Roberto Teixeira Alves
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

PREFÁCIO

Quando observamos ambientes naturais, como o Cerrado, não percebemos a ocorrência de pragas ou epidemias. Grande número de espécies de seres vivos ocupa nichos em um território pequeno. Essa descontinuidade permite que haja equilíbrio entre eles.

Na ocupação desse bioma, 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. No estreitamento da sua diversidade, como consequência da seleção para atender especificidades de mercado, o monocultivo ameaça a produção agrícola, com grandes impactos ambientais negativos.

O sistema produtivo, para se desenvolver e atingir patamares de estabilidade, tem, na medida do possível, de imitar a natureza. Cultivos rotacionados, sucessivos e associados, com espécies que tenham constituição botânica própria - diferentes gêneros e famílias, são uma forma de atenuar os impactos biológicos negativos e contribuir para a conservação ambiental.

Com a introdução do plantio direto, torna-se possível aproveitar melhor a umidade, 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 torna viável a sucessão com uma segunda safra que protege o solo e oferece perspectiva de renda.

A quinoa *Chenopodium quinoa* Willd., Chenopodiaceae, assim como outras espécies domesticadas pelas populações, em diversas partes do mundo, era desconhecida no Brasil onde foi introduzida como alternativa para a diversificação.

Após cerca de dez anos, surge interesse no seu cultivo pelo valor alimentar que possui e a contribuição para aperfeiçoar o sistema produtivo. Esse cultivo tem sido possível por ações de pesquisa e desenvolvimento, contempladas no projeto “Adaptação de espécies para produção de grãos, proteção do solo e diversificação do sistema produtivo”.

Por ser uma planta de introdução recente, cuja cadeia produtiva ainda se encontra em vias de desenvolvimento, considerou-se interessante acrescentar à informação agrônômica aspectos relativos a sua utilização. Objetiva-se estimular o emprego dessa granífera como alternativa para diversificar a agricultura, tornando-a biológica e economicamente sustentável, e elevar a segurança alimentar.

Espera-se, ao apresentar as recomendações e usos, contribuir para a efetiva participação da quinoa nos sistema de produção no Bioma Cerrado e em outras partes do Brasil.

SUMÁRIO

Capítulo 1

Origem e Importância da Quinoa	21
Classificação Botânica	22
Principais Características	23
Distinção entre <i>Chenopodium quinoa</i> e <i>Chenopodium album</i>	25
Composição Organo-mineral	28
Características dos componentes do grão de quinoa e seus prováveis usos ..	29

Capítulo 2

Genética e Melhoramento

Constituição Genômica e Modo de Reprodução	35
Objetivos e Métodos de Melhoramento	36
Seleção Massal	37
Hibridação	37
Obtenção Varietal	38
Recomendação de Cultivar	42
Características Botânicas	42
Características Agronômicas	43

Capítulo 3

Agronomia

Da Semeadura ao Armazenamento	47
Programação da Semeadura	47
Monitoramento da Umidade	48
Ponto de Colheita	48
Secagem e Armazenamento	48
Sementes e Pureza Varietal	49
Época de Semeadura	49
População	54
Recomendações Técnicas	55

Capítulo 4

Exigência Nutricional e Adubação	59
Cálcio e Magnésio	60
Nitrogênio	60
Fósforo	60
Potássio	61
Enxofre e Micronutrientes	61
Composição Mineral da Planta	61

Capítulo 5	
Fitossanidade	65
Plantas Daninhas	65
Insetos	66
Desfolhadores	66
Sugadores	67
Doenças	67
Míldio	67
Cercosporiose	68
Outras Doenças	68
Capítulo 6	
Aproveitamento Alimentar	71
A Planta e o Grão	72
Receitas básicas de alimentos com os grãos de quinoa	72
Processamento e Agregação de Valor	75
Obtenção e preparações com a quinoa expandida	75
Oportunidade para Novos Produtos	77
Capítulo 7	
Cultivo Comercial	83
Produção de Sementes	83
Escolha da Cultivar e da Época de Plantio	84
Cuidados na Semeadura	84
Manejo de Plantas Daninhas	85
Cuidados na Colheita e no Armazenamento	86
Custo da Produção e da Comercialização	87
Considerações Finais	91
Referências Bibliográficas	92
Glossário	97

Capítulo 1

Origem e Importância da Quinoa

Carlos Roberto Spehar

Roberto Lorena de Barros Santos

Origem e Importância da Quinoa

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), da família Chenopodiaceae, a mesma do espinafre e da beterraba, é uma espécie granífera domesticada pelos povos habitantes da cordilheira dos Andes há milhares de anos (SPEHAR; SANTOS, 2002). Para aquelas populações, a quinoa tinha o mesmo propósito agrícola e culinário que a cevada apresentava no continente europeu desde a antiguidade. Depois da conquista espanhola, seu cultivo caiu em declínio, provavelmente, pela introdução da cevada e para reduzir a importância que essa granífera representava para os povos, a sociedade e a religião (CARBONE-RISI, 1986).

Até meados do século passado, a quinoa era considerada cultura de subsistência nas regiões de origem. Experimentou considerável redução em área há cerca de trinta anos, quando foi afetada por secas frequentes no altiplano e pelos subsídios dados ao trigo. Associa-se a isso, o êxodo rural e o desdém que os habitantes urbanos demonstravam pelos produtos da cultura indígena (CARBONE-RISI, 1986). Nos últimos vinte anos, entretanto, pesquisadores têm despertado para esses cultivos. A quinoa contém maior quantidade de proteína, mais equilíbrio na distribuição de aminoácidos essenciais que os cereais e assemelha-se à caseína – fração protéica do leite (SPEHAR; SOUZA, 1993; ASCHERI et al., 2002). Isso tem contribuído para a popularização da quinoa entre as pessoas que buscam alimentos alternativos com alto valor nutritivo e baixo colesterol, em especial, nos países desenvolvidos (SPEHAR; SANTOS, 2002). Essa demanda tem gerado um mercado crescente que estimula a produção, nos países andinos, voltada à exportação (BONIFÁCIO, 1999).

No Brasil, o plantio da quinoa é recente; sua introdução ocorreu nos anos 1990, como parte de um esforço para diversificar o sistema de produção no Bioma Cerrado. As primeiras tentativas de adaptá-la ocorreram por seleção em populações híbridas, provenientes de Cambridge, Inglaterra (SPEHAR; SOUZA, 1993).

O cultivo em larga escala, no Brasil, em plantios em sucessão (safrinha) pode ser excelente alternativa de produção uma vez que da quinoa tudo se aproveita: o grão, nas indústrias de alimentos e de rações (SPEHAR, 2002); a planta inteira, na alimentação animal, em sistemas integrados de agricultura e pecuária (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Pela semelhança da planta da quinoa, quando nova, com o espinafre, pode-se defini-la como “um espinafre que produz grãos”. Entretanto, na maturação, os cachos (panículas) são semelhantes ao sorgo, mas com diversas colorações, de amarelo e de roxo. Pela quantidade de biomassa que produz, constitui alternativa para proteção do solo em plantio direto no Bioma Cerrado (SPEHAR, 1998; SPEHAR; LARA CABEZAS, 2000). Pode ser plantada e colhida com máquinas, 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 a erva-de-santa-maria ou mastruz (*Chenopodium ambrosioides*). O gênero *Chenopodium* distribui-se por diferentes regiões do mundo, com várias espécies, estando identificadas cerca de 250 (GIUSTI, 1970). Dessas, destacam-se *C. quinoa*, *C. pallidicaule* (de origem andina) e *C. berlandieri* ssp. *nuttaliae* (de origem mexicana) como pseudocereais da América. Na Ásia, cultiva-se o *C. album* e dele se utilizam tanto as folhas, preparadas como as do espinafre, como os grãos na alimentação humana. Essa espécie é considerada planta invasora em regiões temperadas e subtropicais do mundo e mais recentemente tem ocorrido no Bioma Cerrado (SPEHAR et al., 2001a).

No mesmo gênero, situam-se duas seções: Chenopodia e Ambrina; na primeira, encontram-se as subseções Cellulata (*C. quinoa*, *C. berlandieri* ssp. *nuttaliae* e *C. hircinum*, com pericarpo alveolado), Lejosperma (*C. pallidicaule* e

C. album, com pericarpo liso) e Undata. O número básico de cromossomos é nove, à exceção de *C. ambrosioides* (Ambrina), com oito. As espécies da subseção Cellulata são tetraplóides, na Lejosperma diplóide e hexaplóide e na Undata, diplóide (*C. murale*). Essa ploidia diferente faz com que haja isolamento natural entre espécies como a quinoa e *C. album*, com característica de planta daninha. Diferenças no número de cromossomos e na morfologia da planta permitem distinguir as duas espécies. Portanto, não há possibilidade de surgirem híbridos naturais que se constituiriam em ameaça, como plantas infestadoras do sistema agrícola (SPEHAR et al., 2001a).

Principais Características

A quinoa é uma planta anual, com ciclo variável em função da latitude e da altitude de origem. Nas regiões onde é cultivada, foram identificados os seguintes ecótipos (TAPIA, 1997):

- vales – cultivada nos vales andinos, ramificada, robusta, com longo período de crescimento;
- altiplano – das regiões que margeiam o Lago Titicaca, com ciclo curto e menor altura de plantas;
- áreas salinas – semelhantes às do altiplano, com alto teor de saponina;
- baixas altitudes – encontradas nas altas latitudes do centro-sul chileno, sensíveis ao fotoperíodo, amadurecem quando os dias encurtam;
- subtropicais – encontradas nas encostas orientais dos Andes, com adaptabilidade a climas com temperaturas médias em torno de 20 °C;
- quinoa tropical – com adaptabilidade a baixas altitudes e latitudes dos trópicos.

Por último, acrescenta-se um ecótipo, produto da seleção em ambiente de Cerrado (SPEHAR; SOUZA, 1993):

Essa adaptabilidade da quinoa a ambientes tão diversos, torna-a um possível componente da agricultura mundial, em especial, nos trópicos. Em sua adaptação ao cultivo no Brasil, tem-se objetivado tolerância a estresses (seca, acidez do solo, baixas temperaturas), elevado rendimento de grãos e biomassa, além de outras características agrônômicas. Nas variedades disponíveis, a planta apresenta

crescimento lento inicial. Depois de trinta dias atinge até 2 m. Portanto, rapidez de crescimento é desejável para torná-la mais competitiva em relação às invasoras (SANTOS et al., 2003).

A ocorrência e a deposição de oxalato de cálcio nas folhas possibilitam a retenção de umidade, característica desejável na tolerância da planta à seca (CARBONE-RISI, 1986). Portanto, na 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).

A quinoa apresenta as seguintes fases no seu desenvolvimento: semeadura - emergência; aparecimento das duas primeiras folhas verdadeiras; diferenciação floral; antese ou liberação do pólen; maturação fisiológica.

Não há grande variação no número de dias até o aparecimento dos botões florais nas variedades selecionadas no Bioma Cerrado. As diferenças tornam-se evidentes tais como o número de dias à antese e desta à maturação as quais definem o ciclo (CARBONE-RISI, 1986; SANTOS, 1996).

A quinoa é classificada, de acordo com 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 – semelhante ao 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 Bioma Cerrado apresentam níveis variáveis de saponina, substância solúvel em água, que ocorre no episperma (parte externa) da semente (SANTOS, 1996). Essa substância é um 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; TELLERÍA RÍOS et al., 1978; GEE et al., 1993).

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 é possível, pois essa característica é facilmente eliminada por seleção (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Distinção entre *Chenopodium quinoa* e *Chenopodium album*

A introdução de uma planta nova no sistema de produção, como a quinoa, sempre suscita dúvidas: Quais são as características agrônômicas e o comportamento? Pode apresentar efeito negativo às demais espécies componentes do sistema? Como é sua biologia e o controle? Há possibilidade de tornar-se planta invasora? Essas questões têm sido levantadas, embora *C. quinoa* seja uma espécie domesticada. Isso equivale dizer que a planta depende do ser humano para cumprir todas as etapas do seu ciclo biológico; não sobrevive na natureza, sem o cultivo.

Recentemente, surgiu no Bioma Cerrado a ançarinha-branca, como se conhece no Sul, o *Chenopodium album*, do mesmo gênero da quinoa (NASCIMENTO, 2000). A espécie é típica de regiões temperadas sendo caracterizada como invasora importante nos Estados Unidos e Europa (CARBONERISI, 1986). Diante de um cenário desfavorável, tornou-se necessário diferenciar as duas espécies e assegurar que *C. quinoa*, por características morfológicas e genéticas, difere da planta invasora.

Três variedades ou genótipos de quinoa - Piabiru 54, Piabiru 44 (seleções de 'BRS Piabiru') e QUnB, com uma de *C. album*, procedentes da Universidade de Brasília, foram empregadas em experimento e comparadas de conformidade com suas características morfológicas. Durante a condução, avaliaram-se: folha – comprimento, largura (cm), número de dentes e presença de oxalato de cálcio: (1 – menos denso; 3 - mais denso); pecíolo – comprimento; caule (1 - menos ramificado; 5 – mais ramificado); panícula – tipo, comprimento e ocorrência da antese (dias depois da emergência); fruto - tamanho, cor, quantidade e germinação. Os dados relativos ao número sementes/planta e peso para cada tratamento foram analisados estatisticamente, e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

Os dados experimentais mostram que as folhas, em ambas as espécies, são maiores na base e menores no ápice (Tabela 1). Entretanto, diferem no tamanho da lâmina, maior em *C. album*. O número de dentes é maior em *C. album*, com menor densidade de grânulos de oxalato de cálcio. As diferenças no tamanho de pecíolo foram tão evidentes quanto na folha. O caule é pouco ramificado em *C. quinoa*, oposto ao que ocorre com *C. album*. O número de dias da emergência à antese é variável e depende do ciclo da variedade. As variedades podem ser mais tardias ou mais precoces em relação a *C. album*. As panículas, que podem variar de laxas (abertas) a compactas, são maiores em *C. quinoa*, em *C. album* apresentam-se como racemosas (apicais e axilares).

A quantidade de sementes/planta não foi fator de diferenciação. Porém, a diferença no tamanho das sementes foi marcante. As sementes em *C. album* são pretas e pequenas, com 0,52 g/1000 em contraste com tonalidades claras em *C. quinoa* e peso superior a 2,2 g/1000 (Tabela 1).

As primeiras germinam gradativamente, apenas a quarta parte, 30 dias depois da maturação fisiológica. Permanecem no solo por longo período e podem infestar as áreas, enquanto as de quinoa não apresentam dormência e, ao contrário, deterioram ou germinam na panícula, em condição de alta umidade, depois da maturação (SPEHAR; SOUZA, 1993).

Pelos dados apresentados, verifica-se que as espécies *C. quinoa* e *C. album* têm características morfológicas diferenciais. A comparação dessas duas espécies pela folha, planta, inflorescência e semente ilustra as diferenças mencionadas e serve de orientação para distingui-las (Figura 1).

A baixa taxa de germinação das sementes em *C. album*, a morfologia: folha com maior número de dentes, planta mais ramificada, racemos difusos, com menor tamanho da inflorescência terminal e sementes dormentes são fatores de diferenciação de *C. quinoa*. Essa se apresenta com maturação coincidente, panículas concentradas no topo (favorável à colheita) e sementes claras com germinação plena depois de atingirem a maturação fisiológica.

As diferenças entre as espécies *C. quinoa* e *C. album* ocorrem também no nível citogenético, com o número de cromossomos $2n=54$ e $2n=36$,

respectivamente (COLE, 1962). Isto, *per se*, impede que haja cruzamentos naturais, que seriam indesejáveis no cultivo comercial (SIMONDS, 1965).

As características morfológicas e genéticas de *C. quinoa* e *C. album* são suficientes para diferenciar as duas espécies: a primeira, planta domesticada, com conformação adequada à colheita, sementes sem dormência e maiores que as da ançarinha-branca, planta daninha típica, ramificada, com sementes menores, pretas e dormentes.

Tabela 1. Características fenotípicas em *Chenopodium quinoa* e *C. album* relativas à folha, à inflorescência e ao fruto (semente). Embrapa Cerrados, Planaltina DF, 2001.

Caráter	Genótipo							
	Piabiru 54		Piabiru 44		Q UnB		<i>C. album</i>	
	Base	Ápice	Base	Ápice	Base	Ápice	Base	Ápice
	Folha							
Comprimento (cm)	60	35	67	40	67	42	90	50
Largura (cm)	65	21	72	25	55	12	75	25
Pecíolo (cm)	70	36	70	38	53	28	65	35
Dentes/folha	18	-	24	-	12	-	44	-
Oxalato de Ca	2	3	2	3	2	3	1	2
	Planta/Inflorescência							
Ramificação	2		2		2		4	
Antese	62		54		44		54	
Panícula	Laxa		Laxa		Compacta		Racemosa	
Comprimento (cm)	35		30		30		20	
	Fruto							
Peso (g/1000) ⁽¹⁾	2,23a		2,41a		2,21a		0,52b	
Cor	Branca		Branca		Amarela		Preta	
Quantidade ⁽¹⁾	1042b		1297a		985b		1031b	
Germinação ⁽²⁾ (%)	99		100		99		23	

⁽¹⁾ Números seguidos pela mesma letra, em cada linha, não diferem entre si (Tukey 0,05).

⁽²⁾ Valores obtidos trinta dias depois da maturação fisiológica.

Fonte: Spehar (2001).



Figura 1. Morfologia de *Chenopodium quinoa* (esquerda) e *C. album* (direita): folha, planta, inflorescência e semente.

Fonte: Spehar (2001).

Composição Organo-mineral

As folhas de quinoa são excelente fonte de proteína, 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 que podem ser consumidas como as do 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 2).

Tabela 2. Composição centesimal em proteína bruta (PB), lipídios (LIP), fibra e digestibilidade (DIG) de componentes de quinoa, 84 dias depois da emergência. Embrapa Cerrados, 2001.

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

Fonte: Spehar (2002).

A quinoa cultivada sob temperaturas mais elevadas, como as do Bioma Cerrado, apresenta maiores quantidades de gorduras e proteínas no grão do que no Altiplano Andino (GOMES, 1999), superando os cereais (arroz, milho, cevada e trigo), em proteínas e fibras, mas está abaixo das leguminosas (feijão e soja). O valor energético dela é semelhante ao dos cereais e inferior ao da soja. Na Tabela 3, comparam-se os teores de compostos orgânicos e o valor energético em quilo calorias (Kcal).

Tabela 3. Composição média dos grãos de quinoa comparada a 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
Carboidratos	69,0	80,4	80,7	78,4	81,1	61,2	34,1
Kcal/100 g ms	398,7	371,8	383,1	391,5	407,5	366,9	450,9

Fonte: Koziol (1990).

Características dos componentes 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 linoléico e o linolênico correspondem a 60%. Devido a essas concentrações, o óleo de soja é mais suscetível à rancificação por oxidar com facilidade. Entretanto, em quinoa, o óleo apresenta a vantagem de ser mais estável (KOZIOL, 1990).

Proteínas – A quinoa supera os cereais no conteúdo de proteína, com base na matéria seca (Tabela 3). Na Tabela 4, 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 (KOZIOL, 1990; ASCHERI, 2002). Nas misturas com outros alimentos, a quinoa pode enriquecer a nutrição.

Tabela 4. Composição de aminoácidos essenciais em quinoa, nos 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).

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

A combinação de alimentos para melhorar o valor nutritivo da quinoa, torna a oferta de aminoácidos comparável à da carne ou do leite. Entretanto, em geral, não se consomem os subprodutos de quinoa em forma seca. Quando consumida pura, deve-se cozinhá-la e ingeri-la em volume aproximado a três vezes ao da carne, para se ter a mesma equivalência (KOZIOL, 1990).

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

Minerais – Dentre os minerais, a quinoa destaca-se como importante fonte de ferro: corresponde ao dobro do teor da cevada e no trigo e ao triplo do contido no arroz. O ferro, administrado via quinoa, é 74% mais eficiente do que o suprido pelo sulfato ferroso (55%) (KOZIOL, 1990). Por essa característica, a quinoa seria um alimento complementar ou nutracêutico.

A composição do grão de quinoa (Tabela 5), para um conjunto de genótipos, é consideravelmente variável em diversos componentes, tanto na planta selecionada no exterior como 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, visando à obtenção de matéria-prima que atenda à demanda específica. Portanto, quando se pretende melhorar a quinoa como fonte energética, por exemplo, podem-se selecionar variedades com maiores teores de gorduras e de carboidratos. Ademais, 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 5. Composição do grão em genótipos 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).

Capítulo 2

Genética e Melhoramento

Carlos Roberto Spehar

Roberto Lorena de Barros Santos

Constituição Genômica e Modo de Reprodução

O número somático em quinoa é $2n = 36$, e os cromossomos são arranjados em nove grupos de quatro homólogos. Isso indica que a quinoa é um alotetraplóide, pois as segregações indicam herança diplóide (GANDARILLAS, 1976). Provavelmente, originou-se de duas diferentes espécies; por adaptar-se a uma gama de ambientes no processo de domesticação, apresenta considerável variabilidade genética nas características de interesse agrônomo (CARBONE-RISI, 1986; SPEHAR; SANTOS, 2002).

A espécie, em sua evolução, desenvolveu mais de uma forma reprodutiva. Podem ocorrer não só auto-incompatibilidade, flores femininas e hermafroditas em uma mesma planta como também cleistogamia. A proporção de flores hermafroditas pode variar entre 2% e 99% (REA, 1969). A ocorrência de flores femininas e hermafroditas é bastante influenciada pelo ambiente e favorece a polinização cruzada (AGUILAR, 1980) que é mais freqüente em situações ambientais diferentes da região de origem, em contraste com a autofecundação por cleistogamia que pode ser fixada em variedades ou genótipos localmente adaptados (SPEHAR, 2001). Por sua vez, a ocorrência de macho-esterilidade citoplasmática pode ser empregada na obtenção de híbridos comerciais (BONIFÁCIO, 1999).

A antese começa do ápice, nos ramos da inflorescência nos quais as flores dos dois tipos abrem-se, simultaneamente, (GANDARILLAS, 1967) entre a manhã e o meio-dia. Altas temperaturas e intensidade luminosa aceleram a abertura das flores. A deiscência das anteras ocorre desde cedo até o entardecer, sendo comum ao meio-dia (LESCANO, 1981).

A quinoa, como foi visto, apresenta comportamento de segregação diplóide (alotetraplóide). Com segregação mendeliana, torna-se possível, usando marcadores, avaliar a ocorrência de cruzamentos naturais (SPEHAR, 2001). A taxa de polinização cruzada é variável, influenciada tanto pelo ambiente, dependente da coincidência no florescimento quanto pela proximidade entre plantas. Nas condições do Bioma Cerrado, diferentes da região de origem, atinge até 30%, enquanto no ambiente de origem (altiplano boliviano) mostrou ser de 6% entre variedades comerciais (LESCANO, 1980; SPEHAR, 2001).

A quinoa é classificada como autógama predominante, porém, os cruzamentos naturais podem ocorrer em intensidade variável, com implicações na experimentação e na multiplicação de linhagens selecionadas. Por essa razão, torna-se necessário o isolamento dos campos e o uso de blocos intercalados, na experimentação, para prevenir cruzamentos (SPEHAR et al., 2001b). No melhoramento genético, recombinações favoráveis podem surgir durante as avaliações de genótipos, o que possibilita a formação de novas populações das quais selecionam-se indivíduos superiores e obtêm-se progênes em ciclos recorrentes (SPEHAR, 2001).

Objetivos e Métodos de Melhoramento

A quinoa, para sua completa adaptação ao sistema produtivo, tem de apresentar características agrônômicas de 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 e tardio), elevado rendimento de grãos e biomassa, sementes com qualidade e elevado peso hectolítrico, entre 2 e 3,5 g/1000 (SPEHAR; SANTOS, 2002).

No Brasil, não existem as principais pragas e doenças que ocorrem na região de origem. Entretanto, é necessário manter germoplasma com ampla variabilidade para uso em programas de melhoramento que objetivem prevenir problemas. Ações da FAO e da Embrapa têm contribuído para obter germoplasma com

diversidade; conta-se com pelo menos 1000 genótipos e populações dos quais podem ser obtidas cultivares com fenologia desejável (SPEHAR, 1999b; SPEHAR; LARA CABEZAS, 2000).

Seleção Massal

A seleção massal é um dos métodos mais usados, até mesmo pelos agricultores, para purificar variedades locais, na região andina, em características que consideram mais importantes (LESCANO, 1977). Esse método, baseado no fenótipo, tem sido mais empregado no Brasil para explorar a variabilidade existente no germoplasma (SPEHAR, 2001; SPEHAR; SANTOS, 2002). Com base nos resultados, verifica-se que é possível selecionar genótipos produtivos, com diferentes ciclos, sementes grandes e com qualidade que atendem à produção comercial.

Normalmente, selecionam-se indivíduos com as características desejáveis e avaliam-se as progênies entre as melhores, ainda por características morfológicas, selecionam-se indivíduos que formarão novas progênies. Quando interessa manter o isolamento, usam-se blocos aumentados e intercalados com outras espécies, como por exemplo, o amaranto cultivado, o sorgo para avaliações posteriores (SPEHAR et al., 2001b).

Hibridação

As hibridações controladas têm sido pouco empregadas em melhoramento da quinoa no Brasil. Considerando a taxa de alogamia, quando há coincidência na floração, empregam-se blocos de cruzamentos. Genótipos superiores, previamente selecionados, são plantados em espaçamentos reduzidos (no máximo 30 cm), em semeadura simultânea, quando coincidem na floração e no período reprodutivo. Entretanto, são plantados em intervalo, quando diferem, para haver florescimento coincidente. Usam-se marcadores como cor do caule, da folha e do pecíolo (colorido dominante sobre verde), tipo e cor da inflorescência (colorida dominante sobre amarela), número de dentes da folha (CARBONE-RISI, 1986). As linhas puras, por autofecundação, poderão ser usadas na obtenção de híbridos.

Colhem-se sementes das plantas com características recessivas e avalia-se a progênie. As plântulas passam por uma primeira seleção, mantendo as híbridas até a floração, quando a seleção de indivíduos será realizada. Nos testes de progênies, nas heterozigotas, são efetivadas seleções adicionais, até fixar em homozigose para caracteres desejados; realizam-se adaptações semelhantes à obtenção de linhagens no método massal (SPEHAR, 2002).

Obtenção Varietal

As primeiras variedades foram obtidas de populações segregantes para maturação, originárias de hibridações entre cultivares bolivianas, chilenas e peruanas, realizadas em Cambridge, Inglaterra (CARBONE-RISI, 1986). Neste trabalho, todas as combinações de cruzamentos possíveis, menos os recíprocos foram realizadas entre Amarilla de Marangani, Blanca de Junin (vales andinos), Chewecca, Kancolla (altiplano), Real, Salares Red (áreas salinas), Faro-4 e Baer selecionada (nível do mar, elevada latitude).

Plantas com ciclo tardio foram selecionadas e delas originaram progênies, que foram comparadas por características desejáveis e testadas em Planaltina, DF. As populações originais haviam sido cultivadas em Cambridge, Inglaterra, 1987. Do resultado da seleção adicional de indivíduos por progênies, provenientes dessas populações, originaram genótipos com ciclos variáveis (SPEHAR; SOUZA, 1993).

As primeiras variedades, uniformizadas para características morfológicas, apresentam ciclos entre 90 e 130 dias da emergência à maturação fisiológica, com excelente produção de biomassa e rendimento de até 3,0 t/ha, em semeadura consecutiva à soja (SPEHAR; SOUZA, 1993).

Durante cinco ciclos, selecionaram-se indivíduos por progênie mediante modificações no método de seleção genealógica. Variabilidade genética entre e dentro de linhagens de mesmo ciclo tem sido identificada e confirma a existência de polinização cruzada, de acordo com o observado no Bioma Cerrado e em outros ambientes (REA, 1969; ALVAREZ; RUTTE, 1990; SPEHAR, 2001).

As combinações que geraram genótipos tardios, nas condições do Brasil Central, são provavelmente devidas à maior frequência gênica para prolongamento

do período reprodutivo, presente nas cultivares originárias dos vales andinos. A continuidade no trabalho de adaptação da quinoa vem demonstrando que populações de menores altitudes e latitudes produzem genótipos com ciclos mais adaptados aos sistemas produtivos do Brasil (SPEHAR, 2002).

As linhagens foram caracterizadas para período vegetativo (dias entre a emergência e a floração), período reprodutivo (dias entre a floração e a maturação), altura de planta, tamanho e tipo de inflorescência, cor do pedúnculo e do caule, produção de grãos, qualidade de sementes e conteúdo de saponina.

Os experimentos com variedades selecionadas foram conduzidos na Embrapa Cerrados, em Latossolo Vermelho, com as seguintes características físicas: areia 340 g/kg, silte 190 g/kg, argila 460 g/kg, matéria orgânica 2,8 g/kg; químicas pH (H₂O) 5,8, Al 0,01 cmolc/kg, Ca+Mg 3,6 cmolc/kg, P 8,9 mg/kg e K 0,23 cmolc/kg. Calcário e fertilizantes foram aplicados ao solo para corrigir esses níveis. No plantio, a adubação foi feita no sulco com 60 kg/ha N, 46 kg/ha P e 60 kg/ha K.

As linhagens foram incluídas em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi composta de sete linhas espaçadas de 0,20 m, com 3,5 m de comprimento. As cinco linhas centrais, descartados 0,25 m de cada extremidade, compuseram a área útil da parcela. Avaliaram-se as seguintes características: número de dias para a diferenciação floral, a antese e a maturação fisiológica, altura da planta, tipo e tamanho de inflorescência; diâmetro e cor do caule; rendimento de grãos e de biomassa; quantidade de saponina avaliada pela coluna de espuma (CARBONE-RISI, 1986).

Coefficientes de correlação foram calculados para verificar a relação entre as características: ciclo da planta (CP), altura da planta (AP), produção de grãos (PG), produção total de biomassa (PTB), comprimento da inflorescência (CI), diâmetro da inflorescência (ID), cor do caule (CC) e diâmetro do caule (DC).

Os genótipos apresentaram período vegetativo entre 19 e 23 dias, depois disso, ocorreu a diferenciação floral no ápice da planta. Essa limitada diferença é explicada pelas temperaturas mais elevadas no Bioma Cerrado em comparação com a região andina e ambientes de elevada latitude (CARBONE-RISI, 1986; SANTOS, 1996; JACOBSEN et al., 1997).

O de máximo rendimento, na semeadura de entressafra (inverno), foi de 2,6 t/ha. Esse valor é superior ao obtido no altiplano bolivo-peruano e inferior aos elevados rendimentos em cultivos comerciais no Equador e em outras regiões do Bioma Cerrado (WAHLI, 1990; SPEHAR, 1999a). Maiores rendimentos foram também obtidos em outras regiões temperadas (CARBONE-RISI, 1986; JACOBSEN et al., 1996).

A estabilidade para caracteres quantitativos, como os componentes de rendimento, tem sido determinada, o que encoraja o melhoramento genético (JACOBSEN et al., 1996). Esses resultados são um indicativo de adaptação da quinoa a baixas altitudes tropicais e aumentam a perspectiva de sua inclusão nos sistemas produtivos (SPEHAR, 2002).

O ciclo da planta foi maior na entressafra, porém, em ambos os cultivos foi reduzido em relação aos da região andina e da Europa (OCHOA et al., 1988; JACOBSEN et al., 1996; SANTOS, 1996). Conclui-se, por esses resultados, que plantios comerciais devem ser conduzidos entre janeiro e maio. Entretanto, para produção de forragem e proteção do solo, a semeadura pode ser feita em outras épocas.

As plantas tiveram desenvolvimento superior ao das plantas da região andina onde o ciclo é muito mais longo, devido ao efeito de baixas temperaturas (ESPÍNDOLA; GANDARILLAS, 1986).

Os genótipos foram homogeneizados para maturação, cor e altura da planta, tipo de inflorescência. Mostraram, porém variabilidade para teor de saponina (SANTOS, 1996). Alguma segregação na cor da planta foi detectada depois de cultivar os genótipos selecionados em parcelas contíguas. Essa observação confirma a ocorrência de polinização cruzada verificada em outros ambientes (CARBONE-RISI, 1986). A taxa de polinização cruzada deve ser avaliada em cada ambiente, visando ao planejamento de cruzamentos não só no melhoramento genético como também na produção de sementes.

O rendimento esteve positivamente correlacionado com altura, comprimento, diâmetro da inflorescência e ciclo da planta (Tabela 6). A seleção para maturação tardia resultou em maior rendimento, como em outras regiões do mundo (ESPÍNDOLA; GANDARILLAS, 1986; OCHOA ET al., 1986; JACOBSEN et al., 1996; SANTOS, 1996). A obtenção de genótipos precoces, com elevada produtividade, é um desafio ao melhoramento. Essas características viabilizam o segundo cultivo (safrinha).

Tabela 6. Coeficientes de correlação para ciclo da planta (CP), altura de planta (AP), comprimento da inflorescência (CI), diâmetro (DI) e tipo (TI), cor do caule (CC), produção de grãos (PG), produção de biomassa total (PTB), diâmetro do caule (DC) e índice de colheita (IC).

Coeficiente	AP	CI	DI	TI	PG	PTB	DC	IC
				Inverno I				
CP	0,314*	0,367*	0,198		0,372*			
AP		0,534*	0,587*		0,757*			
CI			0,639*	0,033	0,592*			
DI				0,063	0,524*			
TI					0,036			
CC					0,015			
				Inverno II				
CP	0,514*				0,228	0,397*		0,657*
AP					0,688*	0,731*		0,604*
PTB								0,401*
PG						0,845*		0,406*
				Primavera				
CP	0,837*	0,608*	0,548*		0,747*	0,489*	0,715*	0,715*
AP		0,649*	0,440*		0,691*	0,629*	0,757*	0,636*
CI			0,530*		0,700*	0,559*	0,760*	0,666*
DI				0,079	0,571*	0,533*	0,461*	0,536*
CC				0,124	-0,051			-0,118
PG								0,999*
DC					0,616*	0,407*		0,604*
PTB					0,633*			0,489*
TI					0,308			0,406*

*Valores estatisticamente significativos (p=0,05).

Não se verificou associação entre rendimento e tipo de inflorescência (amarantiforme ou glomerulada), independente da região (GANDARILLAS, 1976; SANTOS, 1996).

O comprimento da inflorescência esteve positivamente associado à produção de grãos na semeadura de verão. A seleção realizada por meio dessa característica, sob temperaturas elevadas, pode resultar em genótipos de excelente rendimento. Correlação positiva entre altura da planta e comprimento da inflorescência indica que se pode obter maior produtividade da porção do caule ocupada pela inflorescência (SANTOS, 1996).

A correlação positiva entre diâmetro do caule e rendimento, bem como as observações no campo, indicam que, a baixa população propicia aumento do diâmetro, da ramificação das plantas e do rendimento.

Recomendação de Cultivar

O advento do sistema plantio direto, como alternativa para o manejo do solo, torna possível semear o cultivo principal na época correta para se atingir máximos rendimentos (SPEHAR, 1994; SPEHAR; LANDERS, 1997). Ademais, o uso de cultivares precoces viabiliza a produção de quinoa, em sucessão, para estabelecimento da agricultura em bases sustentáveis (SPEHAR et al., 1997; SPEHAR, 1998).

A 'BRS Piabiru' é a primeira recomendação de quinoa ao cultivo granífero no Brasil. Essa cultivar originou-se da linhagem EC 3, selecionada de uma população procedente de Quito, Equador. Depois de dois anos de ensaios de competição, com linhagens selecionadas, anteriormente foi uniformizada, a partir de 1998, com base nas características agrônômicas e na ausência de saponina para o uso direto do grão. Com a recomendação da 'BRS Piabiru', objetivou-se oferecer alternativa para diversificar os sistemas produtivos baseados no plantio direto.

Características Botânicas

A 'BRS Piabiru' possui hipocótilo com coloração variável entre verde e rósea. As folhas, com polimorfismo e número de dentes maior do que 12, apresentam

densa deposição de oxalato de cálcio (típico da espécie), em forma de grânulos perceptíveis ao toque dos dedos. O caule, ereto, é verde ou verde com estrias. A inflorescência, diferenciada e terminal, amarantiforme e laxa, é de coloração amarela quando a planta atinge a maturação fisiológica. Os grãos (frutos do tipo aquênio), de forma cilíndrica e achatada, apresentam pericarpo branco. O perigônio (estrutura que envolve o fruto) é de coloração verde, com ausência de saponina. Essa substância, presente nas variedades Q15 e Q2 (testemunhas), tem sabor amargo, o que impede a utilização direta.

Características Agronômicas

A estatura média da planta é de 190 cm, da qual a inflorescência ocupa 45 cm. A diferenciação floral ocorre aos 30 dias depois da emergência, e a antese 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/1000 e conteúdo de 13 g/100 g de proteína. Os dados de rendimento estão registrados na Tabela 7.

Os valores médios, no período 1998-1999, foram de 2,8 t/ha para grãos e 6,6 t/ha para biomassa total (dados não apresentados) e superiores às testemunhas Q 15 e Q 2. Esses rendimentos são surpreendentes quando se comparam com os obtidos na maior parte da região andina e tornam seu cultivo potencialmente atrativo no Brasil (SPEHAR; SOUZA, 1993; SANTOS, 1996).

Tabela 7. Rendimento de grãos (kg/ha) de quinoa, cultivar BRS Piabiru⁽¹⁾.

Ano	Local	BRS Piabiru (kg/ha)	Testemunha (kg/ha)	
			Q15	Q2
1998	Planaltina, DF	2832	2735	1920
	Rio Verde, GO	3472	3247	2362
	Média	3152	2991	2141
1999	Planaltina, DF	2665	2331	1983
	Cristalina, GO	2370	2430	1832
	Média	2517	2380	1907

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

Capítulo 3

Agronomia

Carlos Roberto Spehar

Roberto Lorena de Barros Santos

Wellington Pereira de Carvalho

Sebastião Conrado de Andrade

Da Semeadura ao Armazenamento

Os frutos, como são denominados vulgarmente as sementes da quinoa, são do tipo aquênio, como já foi visto. A estrutura externa que as envolve – o episperma – é o local onde se deposita a saponina nas variedades amargas. A diferença morfológica entre as sementes amargas e as doces é a cor: as primeiras são amarelas e as segundas brancas. Essa diferença na coloração é útil na seleção de quinoa com ausência de saponina.

Os frutos podem apresentar níveis variáveis de permeabilidade e isso interfere na qualidade da semente. O fator decisivo no estabelecimento da quinoa é baseado na qualidade de sementes que devem ser originárias de campo de produção, com germinação superior a 80%.

A semente apresenta considerável porosidade na camada externa. Isso quer dizer que realiza trocas com o meio, perde e ganha umidade facilmente; sob elevada umidade, pode iniciar-se o processo de germinação. Esse, ao se interromper, causa danos com perda de germinação e vigor. Para se atingirem os níveis desejados e a conseqüente sanidade e a uniformidade de lavoura, torna-se necessário seguir os critérios enumerados a seguir:

Programação da Semeadura

A semeadura deve ser programada em função do ciclo da cultivar para que a maturação ocorra quando a umidade estiver reduzida. No momento, a cultivar disponível, BRS Piabiru, com ciclo longo, pode ser plantada a partir de novembro,

pois a maturação ocorrerá em final de março, abril, quando escassearem as chuvas. No período anterior à maturação fisiológica (grãos cheios), durante sua ocorrência, e, principalmente, depois do ponto de colheita, as sementes deterioram rapidamente. Essa perda de germinação e de vigor pode ser mais acentuada em germoplasma oriundo de regiões mais secas, enquanto no selecionado sob condições de maior umidade a perda é menos acentuada, a depender do tempo de exposição.

Monitoramento da Umidade

As sementes perdem ou ganham umidade com facilidade. Quando as plantas atingem o ponto de colheita, é importante acompanhar o nível de umidade que pode ser obtido de duas maneiras: (i) debulha manual de sementes retiradas de amostras para avaliação do teor de umidade; se estiver com 20% ou menos, realiza-se a colheita; (ii) fricção das panículas - se as sementes não se desprenderem facilmente ao serem friccionadas, adiar a colheita; caso desprendam, poder-se-á realizar a colheita desde que se processe uma secagem adicional.

Ponto de Colheita

O ponto de colheita é definido pelo teor de umidade, abaixo de 20%, para diminuir perdas no processo de colheita e no pós-colheita. Pela experiência já adquirida nesse processo, pode-se afirmar que sementes colhidas com níveis superiores a 20% podem fermentar e perder rapidamente a germinação e o vigor.

Secagem e Armazenamento

A secagem é realizada sempre que o material colhido apresentar valores acima de 20% para reduzir aproximadamente a 12%. Nesse nível, as sementes podem ser armazenadas por longo prazo, mesmo nas condições ambientais do Bioma Cerrado. Entretanto, o uso de embalagens herméticas possibilita a manutenção da germinação por longos períodos, além de prevenir pragas de grãos armazenados.

Sementes e Pureza Varietal

Na produção de sementes comerciais, em 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 ciclo semelhante.

Recomenda-se que as sementes sejam multiplicadas em parcelas intercaladas com outras espécies como: amaranto, sorgo, girassol, kenaf; a distância mínima utilizada seja de, pelo menos, 1000 m e que se realizem plantios em datas espaçadas, a fim de evitar coincidência na floração entre variedades do mesmo ciclo. Essas precauções tornam viável a produção de sementes para manter as características originais do material selecionado.

Época de Semeadura

O plantio direto da soja ou do milho, na época correta, para se atingir máximos rendimentos, possibilita a sucessão com outras culturas (SPEHAR, 1994; SPEHAR; LANDERS, 1997). Ademais, em sistemas irrigados e em lavouras de primavera-verão, também há oportunidade para o cultivo dessa gramínea, com o objetivo de diversificar a produção de grãos (SPEHAR et al., 1997; SPEHAR, 1998). Portanto, é fundamental definir o desempenho da quinoa em época de semeadura.

Experimentos foram conduzidos em três épocas, primavera-verão, verão-outono e inverno (entressafra) no campo experimental da Embrapa Cerrados, para verificar a resposta de genótipos de quinoa a diferentes condições climáticas. Vinte e seis progênies selecionadas foram avaliadas na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, em Latossolo Vermelho, com as seguintes características físicas: areia 340 g/kg, silte 190 g/kg, argila 460 g/kg, matéria orgânica 2.8 g/kg; químicas pH (H₂O) 5.8, Al 0,01 cmolc/kg, Ca+Mg 3.6 cmolc/kg, P 8.9 mg/kg e K 0,23 cmolc/kg. Calcário e fertilizantes foram aplicados ao solo para corrigir esses níveis. No plantio, utilizaram-se 60 kg/ha N, 46 kg/ha P e 60 kg/ha K, aplicados ao solo, ao lado e abaixo das sementes.

Coletaram-se informações acerca dos seguintes parâmetros: ciclo da planta (CP), altura da planta (AP), produção de grãos (PG), produção total de biomassa (PTB), comprimento da inflorescência (CI), diâmetro de inflorescência (ID), cor do caule (CC) e diâmetro do caule (DC).

Os rendimentos na entressafra foram mais elevados do que os obtidos no verão (Tabelas 8, 9 e 10). Essa diferença não foi acompanhada pela biomassa total que afetou o índice de colheita (IC), isto é, a proporção de grãos em relação ao total de biomassa (PTB) foi menor no verão. Independente do ciclo, as variedades que apresentaram elevado valor (IC) devem ser indicadas, devido a sua aptidão, ao cultivo comercial; e as variedades com baixo IC, podem destinar-se à produção de forragem e de palha para a proteção do solo, como o milheto (SPEHAR et al., 1997).

Essas ocorrências podem ser devidas à predominância de temperaturas mais elevadas na fase reprodutiva. As sementes formam-se em menor número, com menor peso, como provável consequência da redução na produção e na transferência de fotossintetizados. Entretanto, é necessário investigar e identificar os fatores que interferem no rendimento. A seleção de genótipos deve ser conduzida nos dois períodos de semeadura para separar os mais estáveis, com menor sensibilidade à variação de temperatura, como o Q15 (SANTOS, 1996).

O comportamento das linhagens no experimento em sucessão (safrinha), com irrigação ou sem irrigação suplementar foi comparado para avaliar a tolerância da quinoa à seca (SANTOS, 1996). Na (Tabela 11), pode-se constatar que é possível produzir em torno de 1,0 t/ha, com baixa disponibilidade de água (cerca de 100 mm). O importante é que a umidade seja suprida no início do ciclo quando as plantas ainda estão se estabelecendo. Como não houve estresse hídrico nesses experimentos em sucessão (safrinha), o rendimento foi superior a 2,0 t/ha e aproximou-se ao obtido no inverno.

O ciclo das variedades incluídas no ensaio foi encurtado, mesmo naquele com irrigação complementar. Atribui-se esse fato à supressão da água quando os grãos estavam em estado de massa ou de pré-maturação fisiológica (Tabela 12).

Tabela 8. Produção de grãos (PG), diâmetro de inflorescência (DI), comprimento da inflorescência (CI), altura de planta (AP), ciclo da planta (CP), coluna de espuma (CS). Planaltina, DF, inverno, 1994⁽¹⁾.

Genótipo	PG (kg/ha)	DI (cm)	CI (cm)	AP (cm)	CP (dias)	CS (mm)
Q14	2558 a	40	26	106	115	6,7
Q6	2296 ab	36	24	71	116	6,3
Q4	2223 abc	32	22	86	95	7,5
Q5	2047 abc	34	26	71	110	6,1
Q22	2033 abc	29	19	88	86	6,3
Q9	2007 abc	22	16	73	115	6,9
Q11	1867 abc	30	18	71	86	7,7
Q1	1783 abc	29	23	73	121	7,3
Q3	1747 abc	25	22	70	120	6,3
Q17	1747 abc	18	15	88	119	6,3
Q15	1743 abc	36	21	79	126	8,3
Q18	1731 abc	32	21	89	91	8,0
Q10	1684 abc	24	20	70	95	6,0
Q7	1648 abc	27	23	76	116	5,5
Q20	1643 abc	22	20	71	85	8,9
Q25	1623 abc	28	16	71	91	6,1
Q16	1557 abc	22	20	71	96	7,5
Q8	1523 abc	28	24	68	95	5,1
Q21	1515 abc	30	25	61	85	9,2
Q13	1365 abc	27	16	63	87	7,1
Q19	1280 bc	29	19	54	94	7,2
Q12	1248 bc	26	15	56	84	8,7
Q23	1157 bc	35	19	61	86	9,8
Q26	1146 bc	28	18	78	95	5,3
Q24	1054 bc	21	18	56	114	6,4
Q2	1024 c	21	11	40	80	7,9
Média	1664	28	20	72	100	7,1

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).
Fonte: Santos (1996).

Tabela 9. Produção de grãos (PG), biomassa total (PTB), índice de colheita (IC), altura da planta (AP), ciclo da planta (CP). Planaltina, DF, inverno 1995⁽¹⁾.

Genótipo	PG (kg/ha)	PTB (kg/ha)	IC (%)	AP (cm)	CP (dias)
Q2	2351 a	4259 def	55	95	110
Q15	2056 b	6037 ab	34	175	141
Q5	1818 c	6360 a	28	148	129
Q26	1665 cd	5434 c	31	173	119
Q14	1516 de	5721 bc	26	150	132
Q12	1475 e	4396 de	33	128	116
Q16	1434 e	5604 bc	25	158	125
Q9	1431 e	4047 ef	35	132	133
Q4	1415 e	4602 d	31	165	127
Q20	1374 e	3831 f	36	135	118
Q18	1146 f	4206 def	27	141	123
Q23	1144 f	3102 g	37	123	112
Q8	1121 f	4283 def	27	137	126
Q21	1121 f	3150 g	36	140	127
Q25	1022 fg	2377 h	43	113	125
Q13	998 fg	3241 g	31	123	121
Q10	950 g	3257 g	29	133	129
Média	1414	4348	33	139	124

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

Fonte: Santos (1996).

Tabela 10. Produção de grãos (PG), biomassa total (PTB), índice de colheita (IC), diâmetro de inflorescência (DI), comprimento da inflorescência (CI), diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), ciclo da planta (CP). Planaltina, DF, verão, 1995.

Genótipo	PG ⁽¹⁾ (kg/ha)	PTB ⁽¹⁾ (kg/ha)	IC (%)	DI (mm)	CI (cm)	DC (mm)	AP (cm)	CP (dias)
Q15	1735 a	5582 abc	31	92	62	7,6	152	118
Q1	1311 ab	5905 a	22	59	44	5,3	105	102
Q18	1225 abc	5884 a	20	51	46	5,8	120	103
Q26	1171 abc	5437 abc	22	88	48	5,8	93	101
Q13	1169 abc	4985 abc	22	66	47	5,2	75	95

Continua...

Tabela 10. Continuação .

Genótipo	PG ⁽¹⁾ (kg/ha)	PTB ⁽¹⁾ (kg/ha)	IC (%)	DI (mm)	CI (cm)	DC (mm)	AP (cm)	CP (dias)
Q11	1136 abc	4888 abc	22	60	40	4,7	67	100
Q20	1126 abc	5445 abc	21	66	43	4,7	87	95
Q8	1123 abc	5289 abc	20	55	41	5,2	77	102
Q10	1004 bcd	5937 a	17	59	46	5,3	102	101
Q24	858 bcde	5763 ab	15	83	43	4,8	101	103
Q25	802 bcde	5185 abc	15	62	31	4,8	85	98
Q12	664 cde	5132 abc	14	38	36	5,3	90	95
Q2	454 de	4578 bc	10	41	32	4,7	62	92
Q23	273 e	4455 c	6	23	36	4,7	69	95
Média	984	5001	20	59	40	4,9	87	100

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

Fonte: Santos (1996).

Tabela 11. Produção de grão (PG, kg/ha) e altura de final de plantas (AP, cm). Planaltina, DF. 1995⁽¹⁾.

Acesso	Irrigado		Não irrigado	
	PG	AP	PG	AP
Q18	2200 a ¹	128 a	819 ab	67 a
Q24	2074 ab	98 cd	1153 a	67 a
Q1	1974 ab	108 bc	369 b	57 abc
Q10	1564 abc	122 ab	852 ab	68 a
Q20	1465 abcd	87 def	758 ab	65 ab
Q13	1421 abcd	77 f	1028 ab	57 abc
Q26	1397 abcd	78 ef	609 ab	47 abc
Q11	1321 bcd	80 ef	511 ab	47 abc
Q8	1306 bcd	110 bc	331 b	67 a
Q25	1289 bcd	95 cde	560 ab	44 bc
Q12	997 cd	80 ef	516 ab	40 c
Q23	741 d	70 f	827 ab	43 bc
Média	1479	95	655	57

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

Fonte: Santos (1996).

Tabela 12. Duração do ciclo no ensaio com irrigação complementar.

Ciclo(dias)	Acesso
105	Q1-Q18-Q24-Q8-Q26
101	Q10-Q25
97	Q20-Q12
85	Q13-Q23-Q11

População

A definição de espaçamento e de densidade que resulte 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 de planta, próprias de cada variedade, são mais bem exploradas, conforme o manejo da planta.

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

A experimentação em vários locais tem mostrado que a distância entre fileiras ou sulcos varia entre 0,20 e 0,40 m. Nas densidades de até dois milhões de plantas logo depois da emergência, a população reduz-se para até setecentos e cinqüenta mil na maturação (WAHLI, 1990). As variedades diferem na capacidade de competir em altas densidades. Em geral, as mais tardias e vigorosas decrescem em rendimento em populações muito elevadas. As plantas competem entre si, diminuem a altura, o tamanho da panícula e o número de semente ou frutos/panícula. Entretanto, fecham rapidamente o espaço entre as linhas e, por apresentarem menor peso individual não acamam, além de ramificar menos; nessas condições atingem rendimentos elevados (CARBONE-RISI, 1986).

No Bioma Cerrado, em densidades de 400.000 a 800.000 plantas/ha não se observou diferença no rendimento e isso provavelmente se explica pela ramificação das plantas em menores populações. Entretanto, a melhor distribuição espacial,

com menor distância entre as linhas e maior entre as plantas resultou em cobertura mais rápida do terreno e em maior rendimento.

Recomendações Técnicas

Os frutos (sementes) da quinoa são pequenos e não requerem grandes quantidades na semeadura, entre 10 e 25 kg/ha, nos sulcos ou a lanço, em sobressemeadura. Apresenta baixa competitividade com as plantas daninhas no início do estabelecimento, o que pode ser contornado na semeadura em sulcos, sobre a palha do cultivo anterior. Os resíduos remanescentes atrasam a emergência das invasoras e, quando elas surgem, a quinoa está estabelecida e compete com essas espécies.

O controle químico de plantas daninhas de folha estreita (gramíneas) pode ser feito com o herbicida alachlor ou o setoxydin, nas dosagens de 1,14 kg/ha e 0,43 l/ha dos respectivos ingredientes ativos.

A semeadura é direta, com dispositivo apropriado para sementes pequenas; alternativamente, utiliza-se veículo de mesma densidade, como por exemplo quirera de milho, misturada às sementes na caixa de adubo. Nas plantadeiras que apresentam a terceira caixa, usa-se o mecanismo para semeadura de forrageiras. As sementes devem ser cobertas com cerca de 1 a 2 cm de terra para não afetar a uniformidade da lavoura.

A quinoa 'BRS Piabiru' pode ser semeada em qualquer época do ano, a depender da finalidade. Quando se objetiva a produção de grãos, as semeaduras de safrinha e de entressafra (inverno) são as que produzem melhor resultado. Na produção de forragem, pode-se semear também no início do período das chuvas. Quando atrasadas, podem ser utilizadas na produção de grãos, pelo escape do excesso de umidade no final do ciclo da planta.

A quinoa pode ser cultivada em seqüência à soja ou ao milho, para aproveitar o resíduo de nutrientes ou com uma adubação de manutenção, sugerida com base na composição da planta, entre 60 e 100 kg/ha de P_2O_5 e K_2O , quando se objetiva atingir o máximo rendimento econômico de grãos. O nitrogênio, em torno de 60 kg/ha, deve ser parcelado: metade na semeadura e o restante aos 45 dias depois da emergência.

As variedades selecionadas no Bioma Cerrado amadurecem como a soja ou o trigo, ou seja, a planta inteira seca, o que facilita a colheita. Entretanto, por causa das sementes pequenas, são necessários os seguintes ajustes na colhedeira para se reduzirem as perdas: velocidade do molinete um pouco mais rápida do que a do avanço; velocidade do cilindro de 1000 r.p.m.; pequena abertura do côncavo; saca-palha meio aberto; ajuste das bandejas a uma abertura de $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{4}$ ou utilização de bandeja apropriada para trevo ou colza; a inclinação das persianas do ventilador devem estar entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$. A umidade do grão não deve exceder a 20% e o armazenamento se faz a 12%, com baixa umidade relativa do ar.

A quinoa torna-se atrativa por suas vantagens: utiliza baixa quantidade de sementes, diversifica o sistema produtivo; reduz custos do cultivo principal e aporta matéria-prima para utilização humana e animal, inserindo rapidamente no sistema e suprimindo a demanda da cadeia produtiva.

Capítulo 4

Exigência Nutricional e Adubação

Carlos Roberto Spehar
Roberto Lorena de Barros Santos

Exigência Nutricional e Adubação

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, não recebe adubação; utiliza apenas o resíduo e, por isso, apresenta baixos rendimentos (GARCIA, 1985). Tentativas para definir adubação em quinoa têm sido baseadas na composição da planta. Os macronutrientes N, P, K encontram-se em maior concentração nos frutos e folhas intermediárias, no caule e em menor quantidade nas raízes; K e Na ocorrem em alta concentração no perigônio; Ca e Mg acumulam-se nas folhas; e nas raízes, o Fe apresenta-se em níveis elevados na folha, na raiz e no perigônio (LAMENCA, 1979). Esses dados coincidem, em parte, com os obtidos em ambientes de Cerrado (Tabela 13).

Tabela 13. Composição mineral de quinoa 'BRS Piabiru'.

Parte da planta	Elemento							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
 g/kg.....				 mg/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

Fonte: Spehar (2002).

Cálcio e Magnésio

Os dados relativos à análise foliar indicam que a quinoa extrai quantidades consideráveis de cálcio e de magnésio. Os solos corrigidos para plantios de culturas anuais como a soja e o milho são também os ideais para a quinoa. No Bioma Cerrado, quando se incorporam áreas virgens, necessitam-se de aproximadamente 4 t/ha de calcário PRNT 100% para elevar os teores de cálcio, magnésio, o pH e reduzir o nível de Al trocável a zero, em solos com mais de 30% de argila. Nessas condições, atendem-se às exigências da quinoa (Tabela 13).

Nitrogênio

A quinoa requer em torno de 20 kg/ha de N por tonelada de grãos que se espera produzir (Tabela 13). Em plantios de safrinha, com probabilidade de redução no rendimento por estresse hídrico, procura-se reduzir o custo de produção. Nessas condições, cultiva-se a quinoa com pequena quantidade de N na base (entre 10 e 30 kg/ha). Caso a ameaça climática diminua, o restante pode provir do resíduo deixado no solo pela soja. Na semeadura em fevereiro, depois do cultivo do feijão ou do milho ou estendida a março, em regiões com maior disponibilidade de umidade, pode-se empregar de 40 a 60 kg de N; nesse caso, é desejável aplicar metade desse nutriente na semeadura e o restante cerca de 45 dias depois da emergência. Em quaisquer situações, o cultivo da quinoa em sucessão (safrinha), é mais econômico em seqüência à soja, pela vantagem do resíduo de N deixado no solo depois do seu cultivo.

Fósforo

O fósforo é requerido em doses de 30 a 60 kg/ha, nas condições ótimas de cultivo: semeadura de entressafra irrigada ou em safrinha, em regiões favorecidas, quando não há estresse hídrico. Nas situações em que se esperam elevados rendimentos, aplicam-se cerca de 60 kg; caso os riscos ou estresses na fase final do desenvolvimento das plantas sejam elevados, reduz-se para 30 kg/ha; quando os riscos são ainda maiores, semeia-se sem adubar, aproveitando o resíduo do cultivo anterior (soja, feijão ou milho).

Potássio

O suprimento de potássio em quinoa deve ser maior ao que se emprega na soja, com base na composição da planta (Tabela 13). Para cada tonelada de grãos retiram-se cerca de 30 kg/ha de K_2O . Quando se espera atingir elevados rendimentos, aplicam-se 60 a 90 kg/ha. Da mesma forma usada para os demais elementos, entretanto, caso a safrinha seja uma atividade de alto risco, reduzem-se os custos, e a lavoura é estabelecida sem adubo, aproveitando o resíduo do cultivo principal.

Enxofre e Micronutrientes

O enxofre pode ser limitante na produção de quinoa. Entretanto, com a prática de gessagem para suprir S, diminuir acidez e Al trocável no perfil do solo, realizada regularmente para atender à demanda do cultivo principal, não deverá ser um problema. Da mesma forma, os micronutrientes, aplicados nos cultivos principais, constituem fontes de baixa liberação e formam resíduo suficiente para suprir a necessidade da planta de quinoa.

Composição Mineral da Planta

Com base na composição da planta de quinoa (Tabela 13) e na produção de biomassa, é possível ajustarem-se os valores recomendados aos principais elementos em adubação que atendam às exigências da quinoa.

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

Capítulo 5

Fitossanidade

Carlos Roberto Spehar

Roberto Lorena de Barros Santos

Fitossanidade

O cultivo de quinoa no Brasil é recente e, embora não se espera que haja incidência de pragas e doenças, comuns no ambiente dos centros de origem da espécie, é interessante realizar uma abordagem sobre pragas e doenças potenciais. O maior problema relaciona-se ao manejo das plantas daninhas.

Plantas Daninhas

Para tornar a quinoa parte integrante dos sistemas de produção, é fundamental que se realize o manejo adequado de plantas daninhas. Em relação ao controle químico, comum aos grandes cultivos como soja, milho, feijão, arroz e trigo, para a quinoa não há herbicidas completos que atuem de maneira satisfatória. Como é de se esperar, os produtos existentes foram desenvolvidos para as espécies mais cultivadas. Por sua vez, o cultivo mecanizado, em grandes áreas, ainda que seja a melhor forma do ponto de vista ambiental, é pouco viável.

A maioria dos herbicidas produz efeitos letais à quinoa. Alguns, de efeito residual, como o *imazaquim*, podem causar grandes danos à cultura até seis meses depois da aplicação (SANTOS et al., 2003). Os gramínicos trifluralin, setoxydin, fluazifop-butil e alachlor podem ser empregados em quinoa sem problemas. Entretanto, não são eficientes no controle de plantas de folhas largas tais como o picão (*Bidens pilosa*). No controle de plantas daninhas de folhas largas o tribunil, desenvolvido para a beterraba e o espinafre, pode ser empregado de conformidade com a dosagem recomendada (WAHLI, 1990).

Nas condições do Bioma Cerrado, em plantio direto, a semeadura de quinoa, em área cultivada com braquiária (*Brachiaria decumbens*), previamente dessecada com glifosato, resultou em baixa infestação de plantas daninhas, e conseqüentemente, em elevados rendimentos.

Entretanto, em áreas cobertas com palha, depois do cultivo de milho e, quando se utilizou herbicida para folha estreita sem efeito residual foi igualmente possível realizar manejo razoável de invasoras (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Espera-se que, conforme a quinoa se torne um cultivo integrante do sistema de produção e tenha expressão econômica no Brasil, sejam selecionados herbicidas adequados ao manejo de plantas daninhas.

Insetos

Como a quinoa não é cultivada em grandes áreas no Brasil, não há registros das pragas típicas que ocorrem na região andina. Entretanto, há insetos que têm causado algum tipo de dano à planta, como formiga-saúva (*Atta spp.*), cortadores de plântulas (*Agrotis ipsilon*) e desfolhadores (*Anticarsia sp.*); a *Ephestia sp.* ataca grãos armazenados e pode afetar a qualidade do produto.

Durante o processo de adaptação da quinoa ao cultivo no Brasil, buscou-se, via quarentena, evitar a introdução dos insetos associados ao cultivo que ocorrem nos países de origem. Todavia, com o aumento da área cultivada, é possível que esses insetos venham a ocorrer. A seguir, são apresentadas as principais pragas causadoras de danos que ocorrem nos países de origem.

Desfolhadores

Há duas espécies ainda não classificadas de *Copicsarsia spp.* Em altas infestações, atacam folhas, caule e as panículas na fase de sua formação. As plantas de batata-inglesa, cebola, couve apresentam-se como hospedeiras (RUALES; MOSCOSO, 1984).

Como lepidópteros cortadores de folhas, destacam-se *Peridroma saucia*, *Apodoptera sp.*, *Dargida grammivora* todas causadoras de danos na fase que vai da

emergência à floração; o coleóptero *Naupactus* sp. pode causar o mesmo tipo de dano à folhagem de quinoa (RUALES, 1988).

Sugadores

Três espécies de insetos têm sido descritas por ocasionar danos por picada e sucção de seiva em plantas de quinoa: o saltador *Paratanus yusti* (Homóptera, Cicadellidae), o percevejo-de-folhagem *Proba sallei* (Hemíptera, Miridae) e o pulgão *Aphis* sp. (Homóptera, Aphididae). Os danos dessas pragas são pouco expressivos nas regiões produtoras (RUALES, 1988).

O controle desses insetos se faz de forma preventiva, por eliminação das plantas daninhas hospedeiras, uso de plantas-armadilha e de sementes selecionadas, rotação de cultivos. Quando se necessita intervir com controle químico, deve-se empregar os princípios do manejo integrado de pragas: monitorar o nível de dano, usar inseticidas de baixo espectro que não destruam inimigos naturais.

Doenças

As condições climáticas do Bioma Cerrado são bastante distintas das que ocorrem nos Andes. Muitas das doenças associadas à quinoa apresentam adaptabilidade ao ambiente dos centros de origem e produção onde as temperaturas médias são consideravelmente menores. Serão descritos, a seguir, os principais agentes causais de doenças em quinoa que podem resultar em dano econômico.

Míldio

Essa doença é causada pelo fungo *Peronospora effusa*. Apresenta ampla distribuição geográfica e pode provocar grande dano em época de grande precipitação e elevada umidade. Sua incidência depende ainda da variedade. Nos Andes, foram selecionadas variedades tolerantes ao patógeno (FALCONI; RUALES, 1990).

Essa doença pode ocasionar, ainda, lesões muito variadas nas folhas, dependendo da zona ecológica, intensidade luminosa, umidade atmosférica e genótipo. Ocorre inicialmente na forma de pequenas manchas de cor verde-amarelada, com formas e dimensões irregulares, sobre as quais se desenvolve um “feltro cinza” constituído por esporângios e esporangióforos do patógeno (FALCONI; RUALES, 1990). Em condições favoráveis, as lesões crescem, tornando opacas; quando aumentam em número, causam desfolhamento intenso. O espinafre e a beterraba, da mesma família botânica, podem atuar como hospedeiros da doença.

Cercosporiose

Os sintomas iniciais, causados pelo patógeno *Cercospora* sp., são pequenas lesões nas folhas inferiores de coloração amarelo-café com 2 mm de diâmetro que podem chegar a 8 mm com o aumento da infecção. Na parte inferior da folha, formam-se as frutificações do fungo, uma capa compacta de conidióforos com aparência de farpas de coloração cinza-claro (ORELLANA, 1985). Ocorre em períodos de seca prolongada e, depois do míldio, é o segundo maior causador de danos a quinoa.

Outras Doenças

Há outros patógenos que provocam danos ao caule, como a mancha-de-ogiva ou fomopse, causada por *Phoma exigua* var. *Foveata*, enquanto *Phoma* sp. causa depressões de cor escura que se tornam mais evidentes na superfície e ao longo do caule. As infecções são maiores no primeiro do que no segundo. Esses patógenos são favorecidos por temperaturas mais amenas do que as do Bioma Cerrado (FALCONI; RUALES, 1990). A morte das plântulas pode estar associada a dois agentes: *Verticillium* sp. e *Pratilenchus* sp., este um nematóide causador de lesões.

O controle, válido para as demais doenças, inicia com o tratamento das sementes e deve ser feito sempre que provenham de campo onde houve incidência de um ou mais agente causal.

Capítulo 6

Aproveitamento Alimentar

Carlos Roberto Spehar

Roberto Lorena de Barros Santos

Aproveitamento Alimentar

Os fatores que tornam a quinoa atrativa no sistema de produção são as características de composição do grão e da planta. Como foi apresentado, na região andina essa gramínea representa alimento importante tanto na alimentação humana como na dos animais. 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, depois do desmame, passassem a consumi-la na forma de papas ou mingaus, como tradicionalmente são preparados os alimentos infantis entre os habitantes da zona rural (ASCHERI et al., 2002).

Por sua vez, os adultos podem preparar vários pratos, nos quais a quinoa contribui para aumentar a qualidade alimentar e realçar o sabor típico; usam-na ainda, como suplemento na dieta de idosos e de convalescentes. Cita-se ainda seu emprego em regimes especiais para pacientes celíacos - pessoas alérgicas ao glúten (SPEHAR, 2000). Na alimentação animal, tanto o grão como a planta inteira podem ser utilizados com vantagens sobre os produtos concorrentes. Amido especial, gorduras, vitaminas B e E, minerais também encontrados no grão, possibilitam novas oportunidades de utilização dessa gramínea (ASCHERI et al., 2002; SPEHAR, 2002).

Portanto, sua integração ao sistema produtivo será tanto maior quanto mais diversificadas forem as formas de utilização. Desses usos, surge a demanda e desta, o mercado. O agricultor passa a cultivá-la, desencadeando o processo produtivo. Essa seqüência caracterizou o estabelecimento de outras cadeias produtivas tão importantes no mundo, como a da soja e a do milho.

A Planta e o Grão

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

O grão, colhido e armazenado a 12% de umidade, 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 empregada na elaboração de mingaus, na alimentação infantil, pudins, pão enriquecido, panquecas, biscoitos e bebidas.

A seguir, estão sumarizadas as formas mais práticas e simples de utilização. Há outras formas desenvolvidas pelos habitantes das regiões de origem. Esses preparos aqui apresentados aproximam-se de alimentos que são conhecidos do público, com a vantagem do enriquecimento protéico.

Receitas básicas de alimentos com os grãos de quinoa

PÃO ENRIQUECIDO

Ingredientes

Uma xícara de farinha de quinoa

Três xícaras de farinha de trigo

Uma xícara de água

Uma colher e meia de sopa de açúcar

Uma colher de chá de sal

Uma colher de fermento biológico granulado (ou um tablete de 15 g de fermento fresco)

Meia xícara de óleo

Forma de preparo

Amorne a água (aproximadamente 30 a 40 °C).

Adicione o açúcar, o sal e o fermento.

Misture as farinhas e o óleo.

Despeje a água com a mistura de açúcar, sal e fermento; amasse e deixe crescer até dobrar o volume.

Amasse novamente, coloque em forma e deixe crescer.

Leve ao forno pré-aquecido a 180 °C por cerca de 15 min.

SALADA

Ingredientes

Duas xícaras de quinoa em grãos

Duas xícaras de água

Um ou dois dentes de alho (médios)

Meia cebola média

Meia xícara de cebolinha (picada)

Meia xícara de salsa ou coentro (picados)

Meia xícara de tomate (picado)

Meia xícara de pepino (picado)

Uma colher de sopa de suco de limão

Três colheres de sopa de azeite de oliva

Forma de preparo

Lave os grãos, adicione água e coloque para cozinhar por cerca de oito minutos.

Após o cozimento, desligue e espere esfriar.

Adicione os temperos, o suco de limão e o azeite; adicione sal a gosto, misture bem e está pronta para servir.

BISCOITO

Ingredientes

Uma xícara de quinoa em grão

Uma xícara de farinha de quinoa

Duas xícaras de amido de milho

Três quartos de xícara de água (ou leite)

Dois ovos

Meia xícara de manteiga

Meia xícara de açúcar

Uma colher de sobremesa de fermento químico

Uma colher de sobremesa de sal

Forma de preparo

Deixe os grãos de molho por uma noite.

Bata no liquidificador, com água e adicione os ovos, o sal e o açúcar.

Despeje em uma tigela, bata com a manteiga, o amido e a farinha; adicione o fermento por último.

Unte bandejas e despeje em pequenas quantidades.

Leve ao forno pré-aquecido a 180 °C

Retire quando começar a dourar (20 a 30 min).

PANQUECA

Ingredientes

Duas xícaras de quinoa em grão

Uma xícara de farinha de trigo ou amido de milho

Uma colher de manteiga

Um ovo

Duas xícaras de água ou leite

Uma pitada de sal

Forma de preparo

Deixe os grãos de molho por uma noite.

Bata no liquidificador com pouca água no início e depois de misturar todos os ingredientes, adicione o restante.

Aqueça uma frigideira e adicione um fio de óleo. Coloque quantidade suficiente para cobrir o fundo da frigideira, vire depois de um minuto. Acompanha mel e/ou manteiga. Pode ser usada como panqueca salgada.

Processamento e Agregação de Valor

O processamento pode ocorrer não só em pequenas propriedades (agricultura familiar), com a transformação de matéria-prima produzida localmente como também industrial de pequena escala, realizado em pequenas indústrias comunitárias ou industrial de larga escala pela indústria de alimentos.

No caso de ocorrer em propriedade familiar, pode-se preparar alimentos para consumo local como pão enriquecido, grão cozido para salada e temperado como arroz, panqueca e biscoitos. Alguns desses alimentos podem ser enriquecidos e comercializados como produtos alternativos. Estes apresentam valor agregado pela procura como opção alimentar rica e livre de colesterol.

Outra possibilidade é o emprego do grão excedente, isto é não comercializado ou processado ou aquele 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, sobre o emprego de rações artificialmente balanceadas. Essa também é uma forma de agregar valor.

Na indústria comunitária, os mesmos produtos e outros como a pipoca podem ser obtidos com uso do canhão expansor. Ela serve de matéria-prima para a confecção de barra de cereal pura ou enriquecida e de cereal matinal.

Em escala industrial, pode-se obter, por extrusão, farinha instantânea e expansos, como os populares *chips*. Além desses, outras substâncias podem ser obtidas para alimentação humana e nutracêutica, conforme sugestões de preparo, a seguir.

Obtenção e preparos com a quinoa expandida

QUINOA EXPANDIDA (PIPOCA)

Ingredientes

Quinoa em grão

Forma de preparo

Em um canhão expansor, coloque os grãos de quinoa. Esses quando submetidos a elevadas temperaturas e pressão, expandem-se, dando origem à pipoca.

BARRA DE CEREAL

Ingredientes

Quinze xícaras de quinoa expandida (pipoca)

Uma xícara de mel ou melado de cana

Uma e meia xícara de uvas-passas

Duas xícaras de flocos de cereais

Forma de preparo

Prepare a pipoca de quinoa

Numa panela coloque o mel e aqueça-o ligeiramente.

Desligue o fogo e adicione a pipoca, uvas-passas e flocos de cereais.

Coloque em uma assadeira forrada com papel filme.

Com auxílio de uma colher vá prensando, aguarde alguns minutos e preme novamente, até atingir a consistência adequada para cortar.

GRANOLA

Ingredientes

Duas xícaras de aveia

Duas colheres de melado

Cinco colheres flocos de cereais

Três colheres de coco ralado

Cinco xícaras de grão expandido (pipoca)

Uma colher uvas-passas

Forma de preparo

Adicione numa panela o melado e duas colheres de água e aqueça ligeiramente.

Misture numa assadeira aveia, coco e o caldo resultante.

Leve ao forno por 15 minutos aproximadamente.

Tire do forno e, imediatamente, misture bem até esfriar.

Junte os outros ingredientes.

Degustar com leite ou iogurte natural.

Em quaisquer dos níveis de transformação, encontram-se usos para a planta e os grãos de quinoa. Na Figura 2, sumariza-se o processamento, com as várias etapas para transformá-los em produtos de valor agregado.

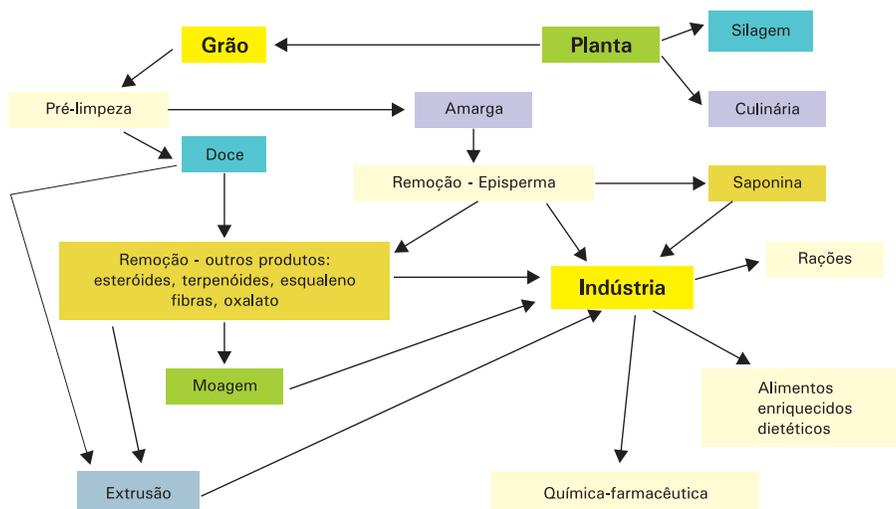


Figura 2. Fluxo do processamento de quinoa, com os produtos derivados.

Oportunidade para Novos Produtos

Os produtos à base de quinoa podem ser de interesse no contexto da saúde pública. A difusão de suas vantagens poderá incentivar seu uso desde a merenda escolar enriquecida até alimentos sofisticados para consumo da classe de maior poder aquisitivo. A busca constante por alimentos variados e saudáveis enseja a oportunidade de divulgar as propriedades nutritivas e nutracêuticas da quinoa como, por exemplo, proteína com alto valor biológico.

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

Na composição de alimentos processados por extrusão, verifica-se que a quinoa supera, com grande diferença, o milho e o arroz polidos, em lipídios, proteínas e fibras. Portanto, pode ser empregada como enriquecedora de alimentos e na elaboração de farinhas instantâneas. Nessas farinhas, apresenta composição superior à de cereais, com ênfase na proporção de aminoácidos essenciais (Tabelas 14 e 15). Isso é desejável por ser uma fonte vegetal que supre proteína com equilíbrio, sendo facilmente absorvida pelo homem e animais domésticos (SPEHAR, 2002).

Tabela 14. Composição centesimal de farinhas instantâneas, por extrusão, de quinoa, milho *grits* e arroz polido.

Farinha	Umidade	Proteína	Lipídeos	Fibra	Carboidratos	Cinzas	Valor Calórico (Kcal/100 g)
Quinoa Integral	4,8	12,2	5,6	4,4	70,5	2,3	396,0
Milho <i>grits</i>	12,1	7,6	1,2	0,5	78,1	0,5	355,6
Arroz Polido	11,1	7,5	0,3	2,1	78,9	2,1	349,3

Fonte: Ascheri et al. (2002).

Tabela 15. Aminoácidos totais de farinhas instantâneas, por extrusão, de quinoa, milho *grits* e arroz polido, em mg/100 g de amostra.

Produto	ASP	GLU	SER	HIS	GLY	THR	ALA	ARG	TYR
Aminoácido									
Quinoa	1.160	1.962	578	387	681	452	562	1.133	359
Milho	400	899	209	152	167	149	322	251	152
Arroz	758	1.253	301	166	230	184	324	501	2.231
Produto	CYS	VAL	MET	TRP	PHE	ILE	LEU	LYS	PRO
Aminoácido									
Quinoa	422	560	210	N.D.	505	458	623	710	480
Milho	151	242	74	N.D.	234	219	610	141	754
Arroz	359	339	119	N.D.	318	260	502	194	331

Fonte: Ascheri et al. (2002).

Com novos produtos que contenham quinoa incorporados, gradativamente, à alimentação humana, crescerá a demanda e desencadear-se-á o mercado. A suinocultura e a avicultura de escala aumentarão 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.

Capítulo 7

Cultivo Comercial

Carlos Roberto Spehar
Wellington Pereira de Carvalho
Rui Fonseca Veloso
Roberto Lorena de Barros Santos

Cultivo Comercial

Para que o cultivo da quinoa seja incorporado aos sistemas de produção agropecuária no Bioma Cerrado, torna-se necessário demonstrar sua competitividade em termos econômicos. Dentre os fatores primordiais para o sucesso desse cultivo, destacam-se a qualidade da semente, a escolha varietal, época de semeadura e as condições climáticas durante a semeadura e a colheita. O uso de fertilizantes deverá ser apropriado ao tipo de solo, à época de semeadura e à variedade para maximizar a relação rendimento/insumo. A colheita e o armazenamento devem levar em conta peculiaridades da planta, a fim de garantir a qualidade do produto final seja ele semente seja grão e atender às especificidades do consumidor e da indústria de alimentos e rações.

Produção de Sementes

A preservação da qualidade de sementes de quinoa quanto à germinação, ao vigor, requer algumas precauções. Os campos destinados à produção de sementes devem ser diferenciados dos de produção de grãos, com isolamento físico no tempo ou plantio intercalado com outras espécies cultivadas.

A semente deverá ter origem e qualidade controladas, com taxa de germinação e vigor ao redor de 80%. Como o consumo (quantidade de sementes/ha) é baixo, o fator de multiplicação é grande, ou seja, uma área qualquer cultivada pode ser suficiente para produzir sementes com qualidade e baixo custo para o plantio de área 200 vezes maior na safra subsequente.

A estratégia deverá ser a de produzir a própria semente, em grandes propriedades; nas pequenas e médias, a multiplicação pode ser comunitária. Em todos os casos, para garantia de qualidade, é necessária a assistência técnica. O cultivo de quinoa, no período de safrinha, apresenta riscos por falta de umidade que podem limitá-lo no potencial de rendimento. Entretanto, com custo baixo no estabelecimento, pode tornar-se opção agrícola estratégica.

Escolha da Cultivar e da Época de Plantio

A cultivar da quinoa atualmente disponível, BRS Piabiru, foi recomendada, inicialmente, para o Bioma Cerrado; tem sido plantada também em outras regiões, como o Nordeste, Sul e Sudeste. Representa a única opção disponível que pode ser cultivada em qualquer época de semeadura. Entretanto, novas variedades de quinoa de ciclos precoce a médio estão sendo desenvolvidas e poderão ser recomendadas, à medida que aumenta a demanda por diversificação. As de ciclo precoce deverão ser cultivadas em semeaduras tardias no período da chuva ou da safrinha para que a maturação não coincida com período de elevada umidade.

Cuidados na Semeadura

A semeadura pode ser desde superficial até, no máximo, 2 cm de profundidade, sob pena de haver falha na emergência. O plantio direto tem sido alternativa para a diversificação, mesmo para espécies com sementes pequenas como a quinoa. O importante é que, tanto na sobressemeadura quanto em sulcos, as sementes estejam em contato com o solo para rápida embebição. A semeadura em sulcos, depois da dessecação de gramíneas perenes, no sistema integrado de cultivo ou depois do manejo de guandu ou girassol-selvagem (*Thitonia diversifolia*) resultam em melhor estabelecimento de lavoura, com menores problemas de plantas daninhas.

A densidade de semeadura em sulcos é de 40 a 50 sementes viáveis/m; no sistema a lanço ou em sobressemeadura, utilizam-se 150 a 250 sementes/m². A população inicial pode atingir 1200 plantas sem prejuízo para o rendimento, pois a competição entre plantas resulta na redução do número que atinge cerca de 50%

até a maturação. Os melhores rendimentos têm sido obtidos quando se utilizam de 10 a 15 kg/ha de sementes, com a distância entre sulcos de 20 a 40 cm. Na sobressemeadura, uma prática que, se mais bem estudada, pode-se chegar a 25 kg/ha. A quinoa aos 30 dias depois da emergência atinge cobertura satisfatória do solo (Figura 3). A partir desse ponto, a planta torna-se mais competitiva e diminui a desuniformidade de lavoura.



Figura 3. Planta de quinoa, cultivar BRS Piabiru, aos 30 dias depois da emergência.

Manejo de Plantas Daninhas

Quando predominam gramíneas, recomenda-se o uso de herbicidas específicos. O maior problema da quinoa é o manejo no controle das plantas de folhas largas, pois não há produtos satisfatórios. O plantio de quinoa em espaçamento menor, possibilita maior capacidade competitiva na fase inicial.

Na produção de quinoa orgânica, usa-se como cobertura para o solo o guandu ou o girassol-selvagem no período antecedente ao plantio da quinoa. Pouco antes da semeadura, faz-se o manejo das plantas de cobertura e planta-se diretamente, sem revolver o solo.

Cuidados na Colheita e no Armazenamento

A colheita se faz cerca de 15 a 20 dias depois da maturação fisiológica, quando os grãos e a planta estão secos. Realizam-se testes, com debulhas manuais para verificar se a trilha se dá com facilidade. Em geral, a colheita é feita algumas horas depois do nascer do sol.

Na Figura 4, pode-se observar a colheita da quinoa na fase próxima ao ponto de baixa umidade.



Figura 4. Colheita de quinoa, cultivar BRS Piabiru, com umidade em torno de 20%.

O material colhido contém impurezas que podem ser separadas no beneficiamento por ventilação e mesa de gravidade. Caso contenha umidade entre 15% e 20% e a colheita tenha se realizado no período da seca, o simples revolvimento do material colhido permite perda da umidade até atingir os 12% ou 13% desejáveis no armazenamento de longo prazo. Se o ambiente estiver úmido e a umidade do grão mais alta, torna-se necessário secá-lo. O armazenamento dos grãos com umidade excessiva pode causar a perda da germinação e do vigor. A quinoa pode também sofrer escarificação, usando máquina semelhante à que se utiliza no beneficiamento de arroz. Por esse processo, remove-se uma parte da fibra e/ou saponina que se encontra na “casca” ou episperma.

Custo da Produção e da Comercialização

O custo da 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 componentes integram os itens relativos a custos diretos enquanto outros compõem os denominados custos indiretos, conforme estão discriminados na Tabela 16 que inclui, também, estimativas de custos de produção de milho. No cultivo orgânico, subentende-se que será cultivada em área com manejo de plantas daninhas, utilizando 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 milho grão.

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 à de outros cultivos de grãos e cereais. Consistirá, possivelmente, em excelente opção de cultivo para pequenos e médios produtores que visam concentrar-se na exploração de nichos de mercado como, por exemplo, orgânico e dietético.

Tabela 16. Estimativas de custos, rendimento, receita e lucro operacional, em US\$ corrente, por hectare de milho e de quinoa grão.

Item	Unid.	Milho			Quinoa		
		Quantia	Preço	Valor	Quantia	Preço	Valor
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	-	-	-
Herbicida1	lt	0,77	27,11	20,87	-	-	-
Herbicida2	lt	3,30	2,54	8,38	-	-	-
Cobertura1 – uréia	t	0,16	181,46	29,87	0,08	181,46	14,52
Cobertura2 – 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 – colhedeiros				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				187,29			187,29
Custo (Total1 + Total 2)				404,88			346,69
Rendimento e receita	t	7,20	86,21	620,69	1,50	517,24	775,86
Lucro operacional				215,81			429,17

⁽¹⁾Fonte: Projeto de P&D: Bases de dados de um sistema de Informações gerenciais para avaliação de tecnologia em fazenda familiar. Custos indiretos em área e 959 hectares, ano agrícola 2002-2003.

Vale acrescentar que nos mercados consumidores – países europeus e Japão – o preço ao consumidor variou, em setembro de 2003, entre R\$ 9,00 e 15,00. Ademais, associações de pequenos produtores poderão, por incentivo governamental, exportar reduzindo o nível de intermediação, aos moldes do que ocorre nos países andinos. Nesse caso, para atender à demanda crescente, 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 que apresentam maior valor. Por sua vez, o excedente possibilitará agregar valor aos produtos de quinoa elaborados 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, em um 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 de 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.

É importante que a Embrapa se associe à iniciativa privada para intermediar e coordenar as iniciativas que resultem na formação da cadeia produtiva, mediante a criação de banco de informação entre demanda e oferta que estimule o estabelecimento de vínculos comerciais.

Considerações Finais

Os resultados de pesquisa, as experiências e as recomendações técnicas, objeto deste livro, são uma primeira aproximação para o êxito no cultivo da quinoa no Brasil. Sua ampla adaptação ao sistema produtivo depende da continuidade do melhoramento genético, de estudos a cerca da exigência nutricional e o manejo da planta, de validação de tecnologia e da prospecção de mercado.

A iniciativa de pesquisa e a experimentação com quinoa, certamente, trarão recompensas: aos agrônomos pesquisadores que, pacientemente, nunca deixam de acreditar na adaptação dessa nova espécie ao sistema produtivo, uma opção de renda adicional; aos extensionistas e agentes de assistência técnica que validam a tecnologia e divulgam os resultados, estimulando o produtor a experimentar novas opções de plantio; ao produtor que poderá melhorar a eficiência do sistema produtivo, com menor custo, impacto ambiental negativo e maior renda; aos pesquisadores em nutrição que buscam alternativas alimentares; ao consumidor que pode se beneficiar de nova opção alimentar que lhe propicie mais saúde e expectativa de vida; à indústria de transformação e de rações que incorpora matéria-prima de qualidade a novos produtos; à saúde pública, por contribuir para a reversão de doenças devidas à carência alimentar e alergênicos e poupar recursos para sua 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, tornando-a mais apta ao desenvolvimento de suas potencialidades; à sociedade em geral, uma vez que melhorando o nível de saúde física, criam-se condições para o desenvolvimento mental e o melhor desempenho da cidadania.

Todos esses segmentos são interdependentes e cada um é imprescindível, com importante papel a desempenhar na construção social. Ao atuar, de forma pioneira, em suas diversas especialidades, contribuirão decisivamente para a inserção da quinoa e de seus produtos no Brasil. Em uma fase mais avançada, pelo grande potencial agrícola que possui, nosso país deverá ocupar lugar de destaque na oferta e nas mudanças da dieta alimentar em todo o mundo. Espera-se que as oportunidades se multipliquem para o bem-estar do ser humano e que, ao longo do tempo, possa ser confirmada a validade desse esforço.

Referências Bibliográficas

- AGUILAR, A. P. C. **Identificación de mecanismos de androesterilidad, componentes de rendimiento y contenido proteico en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)**. 1980. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Universidad Agraria La Molina, Lima.
- ALVAREZ, M.; RUTTE, S. von. Genética. In: WAHLI, C. (Ed.). **Quinoa: hacia su cultivo comercial**. Quito, Ecuador: Latinreco, 1990. p. 33-60.
- ASCHERI, J. L.; SPEHAR, C. R.; NASCIMENTO, N. E. Caracterización química comparativa de harinas instantaneas por extrusión de quinua (*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: CONVENCIÓN INTERNACIONAL DE QUENOPODIÁCEAS, 2., 1976, Potosí, Bolívia. **Memorias...** Potosí: Universidad Tomas Frias: Comité Interdepartamental de Obras Públicas de Potosí: IICA, 1976. p. 89-94.
- BONIFACIO, A. Aspectos agrícolas y de mejoramiento de la quinua en Bolivia. 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: [s.n.], 1999. p. 91-98.
- CARBONE-RISI, J. J. M. **Adaptation of the Andean grain crop quinoa for cultivation in Britain**. 1986. 338 f. Tese (Doutorado) - University of Cambridge, Cambridge.
- CARDOZO, A.; BATEMAN, J. V. La quinua en la alimentación animal. **Turrialba**, San Jose, Costa Rica, 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: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p. 127-131.
- COLE, M. J. Interspecific relationship relations and intra-specific variation of *Chenopodium album* L. in Britain. II. The Chromosome number of *C. album* and other species. **Watsonia**, London, v. 5, p. 117-122, 1962.
- ESPÍNDOLA, G.; GANDARILLAS, H. Estudio de caracteres correlacionados y sus efectos sobre el rendimiento en quinua. In: GANDARILLAS, H. (Ed.). **Estructura anatómica de los organos de la planta de quinua: estudio de caracteres correlacionados y sus efectos sobre el rendimiento en quinua/Hibridaciones entre**

especies de la subsección cellulata del genero *Chenopodium*. [S.l.]: Ministério de Asuntos Campesinos y Agropecuários: Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1986. p. 19-22.

FALCONI, C.; RUALES, C. Enfermedades. In: WAHLI, C. (Ed.). **Quinoa**: hacia su cultivo comercial. Quito, Ecuador: Latinreco, 1990. p. 95-106.

GANDARILLAS, H. Genética y origen de la quinua (*Chenopodium quinoa*). **Boletín de Genética del Instituto de Fitotecnia**, Castelar, v. 9, p. 3-14, 1976.

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

GARCIA, G. Situación actual de la quinua. In: CURSO de quinua: nivel técnico. Quito: INIAP, 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 quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.)**. 1999. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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

JACOBSEN, S. E.; HILL, J.; STOLEN, O. Stability of quantitative traits in quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 93, p. 110-116, 1996.

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

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

LESCANO, R. J. L. Avances en la genética de la quinua. In: REUNIÓN DE GENÉTICA Y FITOMEJORAMIENTO DE LA QUINUA, 1980, Puno, Peru. [**Anais**]. [S.l.]:

Universidad Nacional Técnica del Altiplano: Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuária: IICA, 1980. p. 81-89.

LESCANO, R. J. L. **Cultivo de la quinua**. Puno, Peru: Universidad Nacional Técnica del Altiplano: Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos, 1981.

LESCANO, R. J. L. Métodos de mejoramiento. In: CURSO de quinua. Puno, Peru: Fundo Simon Bolivar, Ministerio de Alimentación: IICA: Universidad Nacional Técnica de Altiplano, 1977. p. 63-65.

NASCIMENTO, E. P. *Chenopodium album*, um problema no Cerrado. **Revista Brasileira de Planta Daninha**, v. 1, n. 1, p. 1, 2000.

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

OCHOA, L. J.; ALBORNOZ, P. G.; PERALTA, I. E. Evaluación preliminar morfológica y agronómica de 169 entradas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en Santa Catalina, Pichincha. **Rumipamba**, Quito, v. 5, n. 2, p. 40-50, 1988.

ORELLANA, H. Enfermedades de la quinua. In: CURSO de quinua: nivel técnicos. Quito, Equador: Estación Experimental Santa Catalina, 1985. p. 1-5.

REA, J. Biología floral de la quinua (*Chenopodium quinoa*). **Turrialba**, San Jose, Costa Rica, v. 19, p. 91-96, 1969.

RIVERO, J. L. L. **Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos**. Puno, Peru: PIWA, 1994. 459 p.

RUALES, C. **Insectos y nemátodos perjudiciales en los ensayos agrícolas del Departamento de Agronomía**. Quito, Equador: Latinreco, 1988. Comunicación interna.

RUALES, C.; MOSCOSO, C. Plagas de la quinua, oca, melloco y mashua en la provincia Chimborazo-Ecuador. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE CULTIVOS ANDINOS, 4., 1984, Narimõ, Colômbia. **Memorias...** Nariño: Instituto Colombiano Agropecuario, 1984. p. 34-35.

SANTOS, R. L. B. **Estudos iniciais para o cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) no Cerrado**. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília.

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, v. 38, n. 6, p. 771-776, 2003.

SIMONDS, N. W. The grain chenopods of the tropical American highlands. **Economical Botany**, v. 19, p. 223-235, 1965.

SPEHAR, C. R. Adaptação da quinoa e do amaranto ao plantio direto na propriedade familiar. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 3., 1998, Pato Branco, PR. **Anais...** Curitiba, PR, 1999a.

SPEHAR, C. R. Breeding soybeans to the low latitudes of Brazilian Cerrados (Savannahs). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1167-1180, 1994.

SPEHAR, C. R. Cruzamentos naturais e variabilidade genética em quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.). In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE – SIRGEALC, 3., 2001, Londrina, PR. **Recursos genéticos: conservar para a vida: anais**. Londrina: IAPAR; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. p. 1-2.

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

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

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: [s.n.], 1999b. p. 165-179.

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

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.; NASSER, L. C. B.; SANTOS, R. L. B. **Diferenças entre o pseudocereal *Chenopodium quinoa* willd e a planta daninha *Chenopodium album* L. *Chenopodiaceae***. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001a. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 61).

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, v. 37, n. 6, p. 889-893, 2002.

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

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, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

SPEHAR, C. R.; TEIXEIRA, D. L.; SANTOS, R. L. Adaptação de pseudocereais ao cultivo no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001b. p. 1-4. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 113).

TAPIA, M. **Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación**. 2. ed. Santiago: FAO - Oficina Regional de la FAO para la América Latina y Caribe, 1997. 273 p.

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**, Montevideo, 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. **Quinoa**: hacia su cultivo comercial. Quito, Ecuador: Latinreco, 1990. 206 p.

Glossário

Acamamento	Tombamento das plantas ao solo por causas internas da planta (fragilidade do caule ou raiz) ou externas (ventos, chuvas fortes).
Agregação de valor	Transformação da matéria-prima, grãos ou planta em alimentos ou produtos como carne, leite e ovos cujos valores de mercado possibilitam maior lucro do que o obtido na comercialização do material primário.
Alelo	Gene de um par ou de uma série, por estar situado em um mesmo loco de cromossomos homólogos, está sujeito à herança alternada.
Alogamia	Fenômeno que ocorre quando o pólen chega ao estigma procedente de outra flor da mesma planta ou de outra da mesma espécie e realiza a fecundação.
Alotetraplóide	Espécie originária de outras cujos genomas são diferentes o suficiente para não ocorrer pareamento; por duplicação de cromossomos de cada genoma, tornam-se férteis e apresentam segregação diplóide.
Aminoácido	Aminoácido ou ácidos aminados, em número de 20, formam a cadeia protéica dos seres vivos; desses, oito são classificados como essenciais ao ser humano e monogástricos, pois não são sintetizados no organismo e devem ser ingeridos via alimentos.
Antese	Abertura das anteras para liberação do pólen que se encontra pronto para germinar sobre o estigma e fertilizar o gineceu ou órgão feminino.
Autogamia	Fenômeno em que o pólen, procedente da mesma flor, chega ao estigma e realiza a fecundação.
Autopolinização	Fusão dos gametas masculino e feminino do mesmo indivíduo.
Aquênio	Tipo de fruto seco, cujos exemplos são o arroz e a quinoa.
Chenopodiaceae	Família botânica que compreende espécies cultivadas (quinoa, canihua, beterraba, espinafre) e silvestres (ançarinha-branca, mastruz).

<i>Chenopodium</i>	Gênero a que pertence a quinoa.
<i>Chenopodium album</i>	Planta daninha, do mesmo gênero que a quinoa, com diferenças genéticas ou barreiras naturais a cruzamentos interespecíficos; morfológicamente, apresentam semelhança, no início do ciclo biológico.
<i>Chenopodium quinoa</i>	Espécie domesticada com ampla adaptação ao clima, ao solo e aos sistemas agrícolas modernos.
Cercosporiose	Doença que ocorre nas folhas de quinoa, caracterizada por manchas arredondadas, com necrose na fase mais avançada.
Cultivar	Varietade cultivada.
Cultivo orgânico	Atividade que, para a obtenção do produto final, a ser consumido ou industrializado, não utiliza substâncias químicas, sintetizadas por meios artificiais, que resultam no desequilíbrio na composição esperada ou resíduos que danificam o meio ambiente e comprometem a saúde humana e animal.
Custos diretos	Custos relativos a insumos necessários às operações de cultivo entre a semeadura e a colheita.
Custos Indiretos	Custos relativos à mão-de-obra, atividades (manutenção e depreciação de máquinas e equipamentos), administração, juros sobre empréstimos, armazenagem, transporte, remuneração sobre o capital, envolvidos no cultivo, os quais devem ser levados em conta, para compor os custos totais e avaliar o lucro operacional obtido pelo produtor.
Deiscência	Fenômeno em que, na maturação, as partes reprodutivas e as sementes se desprendem da planta; o contrário é indeiscência, desejável no cultivo comercial.
Ecótipo	Subunidade da ecoespécie, não sujeita à perda de fertilidade por recombinação genética com outras unidades similares ou variedades.
Ecoespécie	População adaptada a determinado ambiente, que pode, ao longo do tempo, desenvolver barreiras a cruzamentos entre outras populações.

Episperma	Cobertura do fruto de quinoa (comparável à “casca”, no arroz), composta por duas camadas: a testa e a endopleura.
Estabilidade	Repetição no desempenho de genótipos para características de herança quantitativa, como a produção de grãos.
Estado de massa	Fase do grão imaturo na qual se pode amassá-lo sem que se eliminem líquidos.
Fenologia	Estudo dos fenômenos biológicos relacionados a um ritmo periódico, como a emergência, o florescimento, o amadurecimento dos frutos, o ponto de colheita.
Fenótipo	Aparência externa dos caracteres que se percebem em um indivíduo, resultantes da maior ou menor interação entre as condições do meio e do genótipo.
Fotoperíodo	Comprimento crítico do dia no qual as plantas de quinoa iniciam a indução floral e o amadurecimento das sementes. O fenômeno ocorre quando os dias encurtam, sendo classificada como “planta de dias curtos”.
Fotossintetizados	Substâncias orgânicas produzidas pela fotossíntese, na folha e em outras partes da planta, transferidas a órgãos de reserva como sementes e raízes.
Genoma	Cromossomos que contém o material genético de uma espécie.
Genótipo	Composição genética do indivíduo, expressa no fenótipo ou latente, quando o caráter é recessivo.
Germoplasma	Conjunto de acessos (genótipos, variedades, populações) que representam diversidade genética, em menor ou maior escala, de uma espécie.
Heterozigoto	Indivíduo que apresenta alelos diferentes em um ou mais <i>loci</i> , representado como Aa, em indivíduo diplóide, para um par de alelos.
Hibridação	Cruzamento entre dois ou mais genótipos ou variedades.
Homozigose	Situação em que o genótipo apresenta alelos iguais em <i>loci</i> correspondentes de cromossomos homólogos; AA ou aa, em indivíduo diplóide ou alotetraplóide, para um par de alelos.

Insumo	Produtos ou atividades necessários ao estabelecimento e à condução de uma lavoura ou cultivo, como sementes, fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, dessecantes, óleo mineral, manejo de plantas de cobertura.
Linha pura	Variedade homozigótica em todos os <i>loci</i> , obtida por sucessivas autofecundações.
Lucro operacional	Ganho obtido pela atividade agrícola, descontados os custos diretos e os indiretos.
Míldio	Doença causada por fungos da família Peronosporaceae, caracterizada por crescimento superficial do micélio.
Melhoramento genético	Seleção de indivíduos, progênies ou populações que contêm características desejáveis e herdáveis, para obter novas variedades.
Oxalato de cálcio	Substância produzida nas folhas de quinoa e depositadas sobre sua superfície; por ser higroscópica, permite à planta reter umidade.
Panícula	Inflorescência constituída por uma haste com ramos contendo bastantes flores individuais situadas na extremidade superior da planta. É aberta (laxa) ou fechada, amarantiforme ou glomerulada.
Pecíolo	Extensão que une a lâmina da folha ao caule.
Pericarpo	Parte do fruto que circunda a semente é quase tão delgada quanto uma lâmina.
Perigônio	Parte da flor que circunda os órgãos sexuais derivada do cálice; na quinoa envolve o grão maduro.
Perisperma	Tecido de reserva com origem no nucelo ou envoltório do óvulo.
Plântula	Planta na fase inicial de crescimento.
Progênie	Conjunto de indivíduos originários das sementes de uma mesma planta híbrida, procedente de cruzamento natural ou artificial.
Plantio direto	Técnica de cultivo sem o revolvimento do solo, útil sua conservação, com aumento na eficiência de estabelecimento e condução de lavouras, pelo cumprimento do calendário agrícola.

População	Número de indivíduos por unidade de área, em plantios comerciais; no melhoramento genético, é o conjunto de indivíduos originários de cruzamentos, que apresentam segregação.
Processamento	Conjunto de atividades para transformar grãos e plantas, provenientes da atividade agrícola, em outros produtos derivados como amidos, farinhas, fibras, óleos, saponinas.
Rastreável	Produto para o qual são conhecidas todas as fases de obtenção, podendo-se avaliar os efeitos de cada uma delas sobre a qualidade final.
Safrinha	Cultivo adicional em sucessão ou antecipação às semeaduras das culturas comerciais de soja ou milho.
Saponinas	Compostos glucosídeos, terpenóides ou esteróis cujas características mais importantes são o sabor amargo e a capacidade de, em água, apresentar forte poder espumante; em pequenas doses é benéfico para a saúde humana e animal.
Segregação	Indivíduos cujas progênies mostram variações fenotípicas que refletem diferenças na composição genética e podem ser aproveitadas no melhoramento.
Seleção massal	Seleção de plantas individuais que são propagadas na geração seguinte, a partir do conjunto de todas as sementes.
Variabilidade	Grupos em que se dividem as espécies, distinguíveis entre si por caracteres (descritores) secundários, ainda que permanentes.
Valor biológico	Qualidade de uma proteína, medida pela proporção de aminoácidos essenciais, útil no balanceamento alimentar de monogástricos (ser humano, suínos, aves).

Embrapa

Cerrados

Apoio



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 6433