

Foto: Carolina Terra Borges



Produção de Sementes de Quinoa no Sul do Rio Grande do Sul

Vanessa Nogueira Soares¹, Carolina Terra Borges², Daniele Brandstetter Rodrigues³, Thaís D'Ávila Rosa³, Gizele Ingrid Gadotti⁴, Caroline Jácome Costa⁵, Francisco Amaral Villela⁶, Lilian Vanussa Madruga de Tunes⁷, Henrique Roberto Maldaner⁸, Ariele Paula Nadal⁸, Marjana Schellin Pieper⁸

Originária dos Andes, a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) pertence à família Amaranthaceae (originalmente, Chenopodiaceae) e é considerada uma espécie halófita facultativa, apresentando ampla variabilidade genética e alta capacidade de adaptação ao clima, sendo cultivada em diferentes locais, desde o nível do mar até altas altitudes (JACOBSEN et al., 2012).

A área cultivada com quinoa na Bolívia, Peru e Equador praticamente duplicou no período compreendido entre 1992 e 2010, e a cultura encontra-se em expansão pelo mundo, estando

presente em mais de 70 países, sendo Bolívia, Peru e Estados Unidos os principais produtores (FAO, 2013).

A espécie é reconhecida como um dos alimentos vegetais mais nutritivos e de elevado valor biológico, apresentando composição de aminoácidos mais equilibrada, relativamente aos cereais e leguminosas tradicionalmente utilizados na dieta humana. Além disso, seus grãos são livres de glúten e colesterol, constituindo excelente opção para a diversificação alimentar, inclusive como substituto da carne. Essas características

¹Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes, pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, RS.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes.

³Engenheira-agrônoma, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, RS.

⁴Engenheira agrícola, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes, professora da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Pelotas, RS.

⁵Engenheira-agrônoma, D. Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁶Engenheiro agrícola, D.Sc. em Fitotecnia, professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas, RS.

⁷Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, professora do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas, RS.

⁸Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, RS.

têm conquistado progressivamente o mercado consumidor (ASCHERI et al., 2002; BRAGA; MENDONÇA, 2010; SPEHAR; SOUZA, 1993).

Dada a importância da espécie, o ano de 2013 foi declarado, pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Ano Internacional da Quinoa.

Quanto às características das plantas de quinoa, destacam-se as flores, que são pequenas, incompletas, sésseis, e podem ser hermafroditas, pistiladas ou macho-estéreis; os estames têm filamentos curtos, terminando em anteras basifixas; o pistilo tem dois ou três estigmas alados (MUJICA-SANCHEZ, 1994). Suas inflorescências podem ser do tipo amarantiforme ou glomerulada (Figura 1). Os grãos são, na verdade, frutos do tipo aquênio (conforme os do arroz), pequenos e achatados (GANDARILLAS, 1967; WAHLI, 1990).

Fotos: Carolina T. Borges



Figura 1. Inflorescências de plantas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), cultivadas no município de Pelotas, RS. Inflorescência do tipo glomerulada (esquerda) e amarantiforme (direita).

De acordo com Gandarillas (1976), a quinoa é alotetraploide, apresentando 36 cromossomos arranjados em nove grupos de quatro homólogos. Ao longo de sua evolução, desenvolveu mais de um sistema de reprodução, ocorrendo não só autoincompatibilidade, flores femininas e hermafroditas na mesma planta, como, também, cleistogamia (SPEHAR, 2007). De acordo com Aguilar (1980), a ocorrência de flores hermafroditas nas plantas sofre influência do ambiente, o que afeta, conseqüentemente, as taxas de polinização cruzada. Para Spehar (2001), a ocorrência de polinização cruzada é mais comum em condições ambientais da região de origem da espécie, e a autofecundação é mais frequente em genótipos localmente adaptados.

O cultivo da espécie é anual, podendo variar seu ciclo em função da altitude e latitude do local onde é cultivada. Assim, pode-se mencionar que, nas

condições do Brasil Central, o ciclo da quinoa varia de 80 a 150 dias e a estatura das plantas pode chegar a 1,90 m.

O sistema radicular das plantas de quinoa é pivotante, vigoroso e profundo, podendo chegar a 1,80 m, sendo ainda bastante ramificado e fibroso, conferindo resistência à seca e estabilidade à planta. A coloração do caule pode variar do verde ao roxo e apresentar estrias. A deposição de grânulos de oxalato de cálcio nas folhas e inflorescências é bastante evidente (Figura 2) e benéfica, favorecendo a regulação da temperatura foliar e retenção da umidade, além de refletir os raios solares (SPEHAR; SANTOS, 2002).

A espécie apresenta elevada capacidade adaptativa às mais variadas condições ecológicas. Devido à sua grande variabilidade genética, pode ser cultivada em diferentes ambientes e constituir alternativa de utilização em sistemas rotacionais de produção, em sucessão aos cultivos principais (SPEHAR, 2003). Atualmente, existe apenas uma cultivar de quinoa registrada no Brasil, a BRS Piabiru. Essa cultivar foi a primeira recomendação de quinoa para cultivo granífero no Brasil, tendo se originado da linhagem EC 3, selecionada a partir de uma população procedente de Quito, Equador, pela Embrapa Cerrados (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Diante das características da quinoa, e frente ao cenário pouco competitivo da metade sul do Rio Grande do Sul, especialmente das pequenas propriedades agrícolas, a quinoa apresenta boa opção para diversificação do sistema agrícola. Porém, por tratar-se de uma cultura pouco explorada no Brasil, ainda que apresente grandes perspectivas por suas múltiplas aplicações (SPEHAR, 2006), são imprescindíveis pesquisas voltadas à adaptação do cultivo da espécie a diferentes ambientes, e que possibilitem maior conhecimento quanto ao manejo da cultura, em especial no que diz respeito à produção de sementes, evidenciando-se a importância de programas de melhoramento genético.



Figura 2. Deposição de grânulos de oxalato de cálcio nas folhas e inflorescências de plantas de quinoa. Fotos: Carolina Terra Borges (*esq.*) e Vanessa Nogueira Soares (*dir.*).

Há indícios de que, após a colheita, as sementes de quinoa deterioram-se rapidamente, com acentuada redução na germinação e vigor. A definição do momento da colheita, entretanto, tem se baseado em aspectos gerais das plantas, relacionados ao grau de umidade e facilidade de desprendimento das sementes (SPEHAR, 2006). Apesar da importância do tema, não existem estudos relacionados à definição do momento de colheita baseados na maturidade fisiológica das sementes, em áreas de produção no Brasil.

O objetivo deste comunicado é reunir as informações disponíveis sobre a produção de sementes de quinoa, no município de Pelotas – RS, decorrentes de ações de pesquisa conduzidas no âmbito do projeto “Produção e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) no Rio Grande do Sul”, executado na Embrapa Clima Temperado, em parceria com a Universidade Federal de Pelotas.

Adaptação de plantas de quinoa em Pelotas, RS

Visando avaliar a adaptação de plantas de quinoa na região de Pelotas, RS, foram instalados experimentos na Embrapa Clima Temperado, em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, empregando-se sementes da cultivar BRS Piabiru, semeadas em intervalos de 45 dias, entre os meses de outubro a abril, totalizando quatro épocas de semeadura e densidade de 12 plantas/m². Em cada bloco, foram avaliadas 50 plantas. As plantas foram avaliadas quanto ao crescimento (diâmetro do caule, altura, número de hastes secundárias), morfologia (coloração do caule, presença de estrias, tipo de inflorescências) e componentes de rendimento (massa das panículas das hastes primárias e secundárias).

Nas três primeiras épocas, observou-se grande variabilidade entre as plantas quanto à altura, presença e ausência de estrias e coloração da haste, número de hastes secundárias, tipo e coloração das inflorescências e a ocorrência de plantas em diferentes estádios fenológicos, causando desuniformidade no processo de maturação fisiológica das sementes (Figura 3).



Figura 3. Plantas de quinoa em diferentes estádios de maturação das sementes.

Na quarta época de semeadura, no entanto, a variabilidade das plantas quanto à altura foi menor, e houve maior uniformidade na maturação das sementes, comparativamente às demais épocas, porém, o crescimento e o desenvolvimento das plantas foram muito influenciados pelo fotoperíodo. Apesar de apresentarem período de maturação mais prolongado, as plantas provenientes das primeiras épocas de semeadura cresceram e ramificaram-se mais, e, conseqüentemente, produziram maior quantidade de sementes, havendo indício de que o cultivo de quinoa, para produção de sementes nessa região, seja favorecido pela semeadura na primavera.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, o diâmetro do caule variou de 0,1 cm a 1,2 cm, com coeficiente de variação de 60,59%. O número de hastes secundárias variou de 0 até 48 por planta, com média de 17 hastes secundárias por planta, provavelmente em razão das variações na arquitetura das plantas, pois algumas formaram apenas haste primária e outras ramificaram-se mais, formando hastes secundárias. O menor coeficiente de variação foi observado para a

variável altura das plantas (25,97%), com valor mínimo de 38 cm e máximo de 142 cm. Em relação aos caracteres produtivos, observou-se que as plantas apresentaram maior variação (coeficiente de variação de 93,85%) para a variável massa das

panículas das hastes secundárias, cujos valores variaram entre 0,0171 g e 2,4200 g. Por outro lado, a massa média das panículas provenientes das hastes principais variou de 0,9998 g a 25,8300 g, com média de 6,6796 g por panícula.

Tabela 1. Diâmetro do caule (cm), altura das plantas (cm), número de hastes secundárias, massa das panículas da haste primária (g), massa média das panículas das hastes secundárias (g) de plantas de quinoa, cultivar BRS Piabiru, cultivadas em Pelotas, RS.

Variáveis/ Parâmetros	Diâmetro do caule	Altura das plantas	Nº de hastes secundárias	Massa das panículas da haste primária	Massa das panículas das hastes secundárias
Mínimo	0,1	38	0	0,9998	0,0171
Máximo	1,2	142	48	25,8300	2,4200
Desvio-padrão	0,2631	22,2674	8,4373	3,7000	0,4101
CV (%)	60,59	25,97	50,00	55,47	93,85
Variância	0,0718	495,8353	71,1889	13,7275	0,1682
Média	0,43	85,7	17	6,6796	0,4371

Foi possível observar diferenças acentuadas na arquitetura das plantas, presença de estrias na haste e pigmentação avermelhada nos nós.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de quinoa provenientes das hastes primárias e secundárias, foram instalados experimentos nas safras agrícolas de 2014/2015 e 2015/2016, na área experimental da Embrapa Clima Temperado, sendo as sementes, produzidas nas diferentes, avaliadas quanto à germinação, primeira contagem de germinação e vigor. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada bloco constituído de nove linhas de 2,5 m, considerando-se como área útil as cinco linhas centrais de cada bloco, desprezando-se 0,5 m das extremidades de cada linha. As plantas foram cultivadas até o momento em que as sementes começaram a ficar expostas nas panículas.

No primeiro ano de cultivo, foram produzidas sementes de quinoa de melhor qualidade fisiológica, com maior percentual de viabilidade e maior vigor, avaliado pela primeira contagem do teste de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas (Figuras 4 e 5), independentemente da ordem das hastes florais. Assim, na safra 2014/2015, o valor médio de germinação das sementes foi de 82% (74% na primeira contagem de germinação), enquanto que na safra 2015/2016, a germinação média observada foi de 77% (49% na primeira contagem

de germinação). No teste de envelhecimento acelerado, as sementes da safra 2014/2015 apresentaram 71% de germinação, e as da safra 2015/2016 57%. Em relação à emergência de plântulas, as sementes da safra 2014/2015 resultaram em 80% de plântulas, e as da safra 2015/2016 73% (Figuras 4 e 5). As diferenças na qualidade fisiológica das sementes de quinoa produzidas nos dois anos de cultivo salientam a influência do ambiente na qualidade das sementes produzidas.

Foram observadas diferenças na qualidade fisiológica das sementes provenientes das hastes primárias e secundárias, nos dois anos de produção (Figuras 4 e 5). Na safra 2014/2015, de modo geral, a qualidade das sementes produzidas nas hastes primárias foi superior em relação à qualidade das sementes produzidas nas hastes secundárias. Apesar de não diferirem na avaliação de primeira contagem de germinação, as sementes produzidas nas hastes primárias apresentaram maior percentual de germinação e maior vigor, avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado e emergência de plântulas. Em relação à safra 2015/2016, a viabilidade das sementes, avaliada pelo teste de germinação, não diferiu entre as sementes produzidas nas hastes primárias e secundárias. Entretanto, semelhantemente ao observado na safra anterior, o vigor das sementes produzidas nas hastes primárias foi superior em relação ao vigor das sementes provenientes das hastes secundárias (Figuras 4 e 5).

Plantas que apresentam grande desuniformidade no processo de maturação das sementes tendem a produzir sementes com diferenças acentuadas quanto à qualidade fisiológica. Assim, por exemplo, existem relatos de que a qualidade fisiológica de sementes de cenoura é influenciada pela ordem das umbelas onde são produzidas, de modo que as sementes provenientes das umbelas primárias apresentam qualidade fisiológica superior relativamente àquelas produzidas nas umbelas secundárias e terciárias (NASCIMENTO, 1991; PEREIRA et al., 2008). No caso da quinoa, os resultados obtidos indicam que a ordem das hastes das plantas também constitui fator importante na qualidade das sementes produzidas, uma vez que, mesmo havendo diferenças acentuadas entre a qualidade das sementes produzidas em duas safras distintas, sementes provenientes das hastes primárias apresentaram qualidade fisiológica superior, comparativamente às sementes produzidas nas hastes secundárias. As diferenças observadas podem estar relacionadas ao processo de formação das sementes, sendo que aquelas provenientes das hastes primárias podem se beneficiar com maior acúmulo de reservas e melhor desenvolvimento embrionário, resultando em qualidade superior, comparativamente às sementes produzidas nas hastes secundárias.

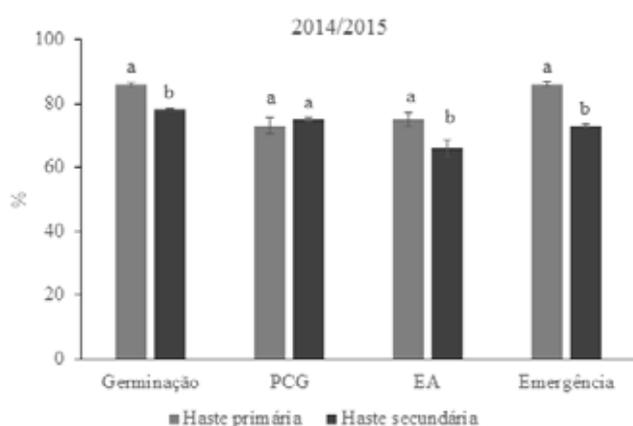


Figura 4. Percentual de germinação, primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas de quinoa, cultivar BRS Piabiru, provenientes das hastes primárias e secundárias, produzidas em Pelotas, RS, na safra 2014/2015.

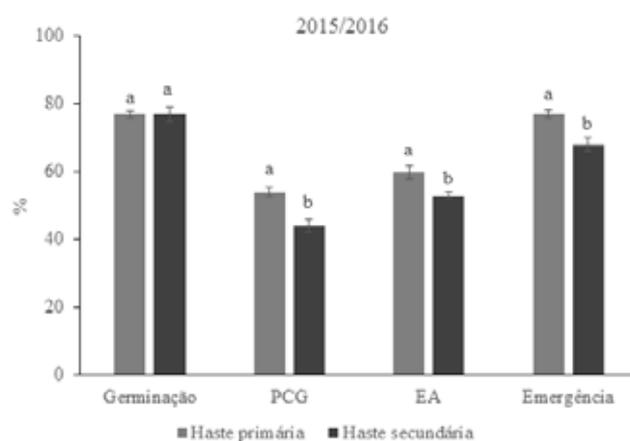


Figura 5. Percentual de germinação, primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas de quinoa, cultivar BRS Piabiru, provenientes das hastes primárias e secundárias, produzidas em Pelotas, RS, na safra 2015/2016.

Influência do estágio de maturação de sementes de quinoa sobre a dormência, germinação e vigor

Em outubro de 2015, em área experimental da Embrapa Clima Temperado, foi instalado um experimento para acompanhamento da maturação fisiológica e estabelecimento do ponto de colheita de sementes de quinoa da cultivar BRS Piabiru. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada bloco constituído de nove linhas de 2,5 m, considerando-se como área útil as cinco linhas centrais de cada bloco, desprezando-se 0,5 m das extremidades de cada linha. A partir do aparecimento da primeira flor, as inflorescências foram marcadas diariamente, e o dia da antese foi considerado quando 80% das flores de cada inflorescência estavam abertas. Após a marcação das flores, a cada sete dias foram realizadas coletas semanais das inflorescências que se apresentavam no mesmo estágio fisiológico. As colheitas foram realizadas na parte da manhã, e as sementes foram submetidas à remoção do perigônio e avaliadas quanto ao teor de água e matéria seca. Após, as demais sementes foram secas em estufa com circulação de ar a 30 °C, durante uma semana, até atingiram 12% de umidade. Depois de secas, as sementes foram avaliadas quanto à qualidade fisiológica pelos testes de germinação, envelhecimento acelerado e frio. Foi utilizado também o método de pré-esfriamento para a superação da dormência das sementes (as

sementes foram semeadas sobre papel e mantidas em câmara regulada a 5 °C por sete dias. Após esse período, foram submetidas ao teste de germinação, conduzido a 20 °C, por cinco dias, conforme metodologia estabelecida por Borges et al. (2016). A cada colheita, as sementes foram caracterizadas quanto à coloração do perigônio e firmeza das sementes.

Não foi possível avaliar as sementes colhidas nas primeiras cinco semanas após a antese, pois as mesmas continham alto teor de água, o que impossibilitou a retirada do perigônio (estrutura oriunda do cálice, que envolve o fruto) para a realização das avaliações, sem que ocorresse o esmagamento das sementes. A presença do perigônio poderia interferir na determinação do teor de água e na germinação das sementes.

A partir dos 35 dias após a antese (DAA), foi possível realizar as avaliações das sementes conforme descrito, pois o teor de água das sementes estava próximo a 55%, sendo viável sua manipulação. O teor de água das sementes durante o período avaliado apresentou pequenas oscilações, influenciado pela ocorrência de chuvas no período. No entanto, a tendência foi de decréscimo até aos 77 DAA, quando as avaliações foram encerradas.

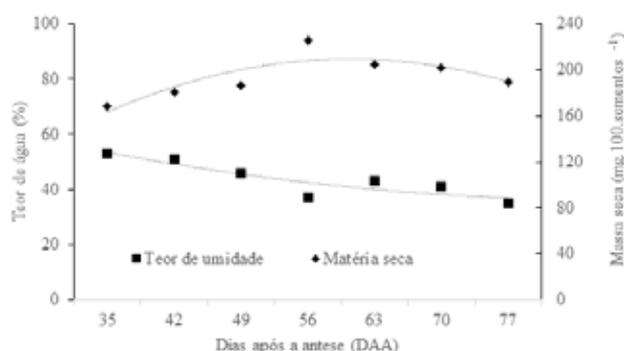


Figura 6. Teor de água (%) e matéria seca (mg 100 sementes⁻¹) de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, colhidas em diferentes épocas de maturação. Pelotas, RS, 2016.

Durante as avaliações, foi possível observar o progresso do acúmulo de matéria seca nas sementes (mg 100 sementes⁻¹) ao longo do processo de maturação, atingindo o máximo próximo aos 63 DAA, associado a aproximadamente 40% de teor de água (Figura 6). Muitos estudos realizados com maturação

de sementes de diversas espécies apontam o ponto de máximo conteúdo de matéria seca como o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes atingiram a maturidade fisiológica. Assim, a maturidade fisiológica pode ser caracterizada como aquele ponto a partir do qual a semente não recebe mais nutrientes da planta-mãe, cessando a conexão planta-semente. A partir desse momento, a semente permanece ligada à planta apenas fisicamente (DIAS, 2001). O teor de água de sementes ortodoxas, ao atingirem a maturidade fisiológica, geralmente, encontra-se na faixa de 30% a 50% (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), estando compatível com os resultados obtidos. Experimentos conduzidos no Brasil Central com o objetivo de estudar o processo de maturação de sementes de quinoa resultaram em máximo acúmulo de matéria seca aos 49 DAA, com teor de água próximo a 30% (SOUZA, 2017), em contraposição aos resultados obtidos no âmbito do presente projeto, no município de Pelotas, RS, no qual o máximo acúmulo de matéria seca foi atingido posteriormente, aos 63 DAA, o que pode ser explicado pela influência das condições ambientais sobre o ciclo da cultura, representando um possível alongamento da fase vegetativa das plantas.

Os resultados de germinação estão demonstrados na Figura 7. As sementes de quinoa apresentaram a mesma tendência de comportamento, independentemente se o teste foi montado logo após a colheita, com aplicação de método para superação da dormência, ou 45 dias após a colheita.

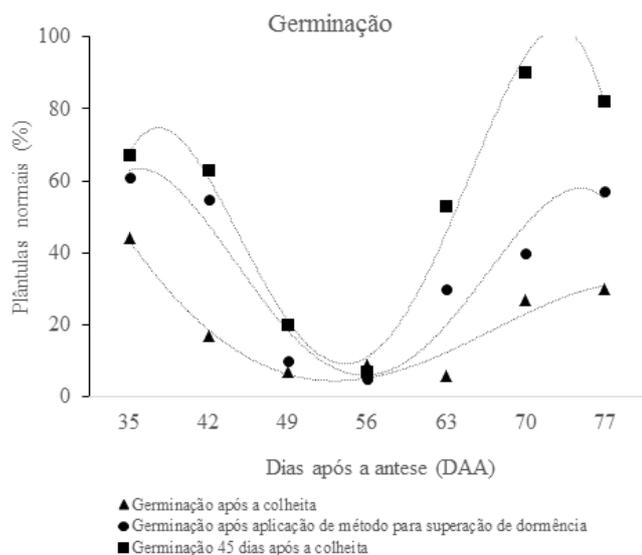


Figura 7. Germinação (%) de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, colhidas em diferentes épocas de maturação e submetidas ao teste de germinação logo após a colheita, após a aplicação de método para a superação da dormência e 45 dias após a colheita. Pelotas, RS, 2016.

Verificou-se que as sementes de quinoa apresentaram dormência durante o processo de maturação, atingindo germinação mínima entre os 49 e 56 DAA. Dormência é definida como uma condição interna que previne a germinação de sementes, mesmo sob condições favoráveis de água, temperatura e oxigênio (BENECH-ARNOLD et al., 2000). A dormência em sementes de quinoa pode ocorrer em função das condições ambientais, já tendo sido observada em alguns genótipos cultivados nas condições climáticas dos pampas argentinos (CECCATO, 2011; CECCATO et al., 2011). Considerando-se as condições experimentais no ano de 2015, a dormência pode ter sido ocasionada pela ocorrência de dias longos, visto que o cultivo ocorreu entre os meses de outubro e abril, período de dias mais longos no sul do Brasil, principalmente nos cinco primeiros meses. Em geral, baixas temperaturas e/ou longos fotoperíodos durante o desenvolvimento das sementes na planta-mãe aumentam o nível de dormência (BENECH-ARNOLD, 2004; GUALANO; BENECH-ARNOLD, 2009; FENNER, 1991).

Os resultados obtidos também sugerem que o método aplicado para a superação da dormência (pré-esfriamento) não foi eficiente para sementes de quinoa, o que evidencia a necessidade de identificação de outros métodos a serem aplicados na espécie para essa finalidade. Todavia, quando se

pretende estabelecer metodologias com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes logo após a colheita, o que é importante para o controle de qualidade da produção.

As sementes superaram naturalmente a dormência ao longo do período de armazenamento, e o máximo percentual de germinação foi verificado nas sementes colhidas aos 70 DAA e armazenadas por 45 dias (Figura 7).

Além do máximo acúmulo de matéria seca e da máxima germinação, o máximo vigor também é um indicativo do ponto de maturidade fisiológica das sementes. Nesse experimento, o vigor foi avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado (Figura 8) e frio (Figura 9).

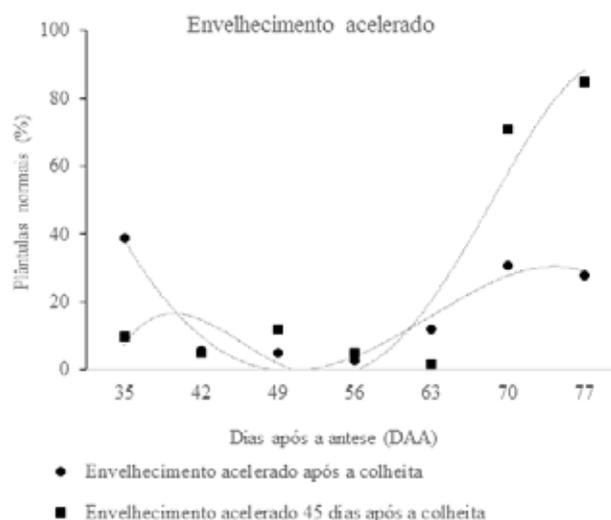


Figura 8. Percentual de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado em sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, colhidas em diferentes épocas de maturação. O teste foi conduzido logo após a colheita e 45 dias após. Pelotas, RS, 2016.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado e do teste de frio foram semelhantes aos obtidos no teste de germinação, demonstrando que as sementes colhidas aos 70 DAA foram as mais vigorosas e confirmando que os resultados obtidos aos 45 dias após a colheita de cada uma das épocas de avaliação foram superiores aos obtidos logo após a colheita, provavelmente devido à presença de dormência nas sementes (Figuras 8 e 9).

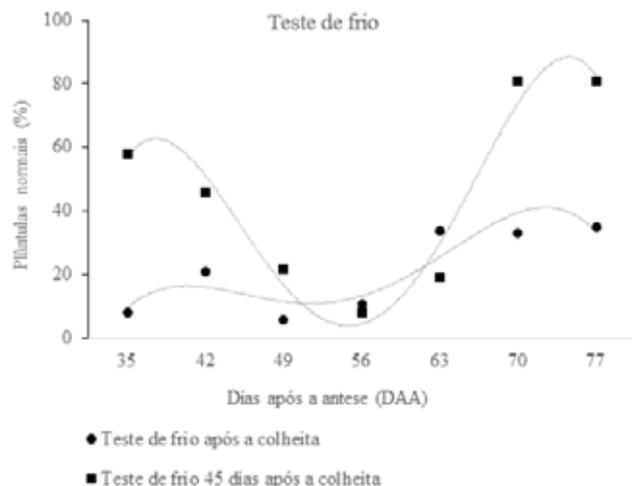


Figura 9. Percentual de plântulas normais no teste de frio em sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, colhidas em diferentes épocas de maturação. O teste foi conduzido logo após a colheita e 45 dias após. Pelotas, RS, 2016.

Ao longo do período de maturação das sementes, também foi possível identificar modificações perceptíveis nos caracteres morfológicos cor do perigônio e firmeza das sementes, descritos na Tabela 2.

Souza (2017) descreveu os estádios fenológicos da quinoa adotando uma codificação universalmente aceita, descrevendo o ciclo total das plantas em nove fases principais, a partir de plantas cultivadas na região do Brasil Central, no bioma Cerrado. Para a fase de maturação do fruto, a autora menciona como principal evento o intenso acúmulo de reservas nos frutos, cujo conteúdo deixa a fase leitosa e adquire consistência pastosa, sendo que, no início, os frutos são caracteristicamente macios e, ao serem pressionados com a unha, a impressão desta não se mantém, sendo possível dividi-lo em duas partes. Posteriormente, os frutos adquirem consistência pastosa dura, ainda sendo possível dividi-los em duas partes, porém, com maior dificuldade, sendo que, nessa fase, a impressão da unha se mantém. Quando o fruto atinge a maturação completa, ele se apresenta duro, sendo difícil a sua divisão em duas partes, sendo facilmente soltos da inflorescência, por fricção. As modificações observadas na firmeza dos frutos de quinoa provenientes de plantas cultivadas na região de Pelotas, RS foram perfeitamente contempladas na descrição proporcionada por Souza (2017), a despeito das diferenças entre as regiões de cultivo e entre genótipos utilizados, indicando que tais

eventos fenológicos são altamente conservados do ponto de vista evolutivo, representando uma característica da espécie, independentemente do ambiente de cultivo e da cultivar.

Tabela 2. Cor do perigônio e firmeza das sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, ao longo do processo de maturação. Pelotas, RS, 2015.

DAA*	Cor do perigônio	Firmeza das sementes
35	Roxo; rosa; verde-escuro; amarelo.	As sementes são esmagadas e/ou quebradas com facilidade se pressionadas.
42	Roxo; rosa; verde; amarelo	Sementes se quebram se pressionadas.
49	Roxo em transição para o verde-escuro; rosa em transição para o amarelo.	Presença de sementes que se desmancham e outras que ficam marcadas com a pressão das unhas.
56	Verde-escuro; verde-claro; amarelo-claro e do amarelo-escuro; marrom	As mais claras partem-se facilmente se pressionadas. As mais escuras ficam marcadas se pressionadas com as unhas.
63	Verde-escuro; verde-claro; amarelo; marrom. Sementes brancas expostas.	As sementes esverdeadas ficam marcadas com a pressão das unhas. Sementes firmes, mas ainda se marcam, sob pressão.
70	Verde-claro com todas as sementes expostas.	Não se partem e para ficarem marcadas é necessária muita pressão.
77	Amarelo-claro e amarelo-palha.	Firmes, não ficam mais marcadas, mesmo se pressionadas com muita força.

*DAA= dias após a antese.

Relacionando os caracteres morfológicos com os resultados de matéria seca, germinação e vigor, pode-se afirmar que a maturidade de sementes de quinoa, produzidas a partir de plantas semeadas em outubro, na região de Pelotas, RS, ocorreu aproximadamente aos 70 DAA. Sementes colhidas nessa época apresentaram maior percentual de germinação e maior vigor, além de estarem muito próximas do ponto de máximo acúmulo de matéria seca (63 DAA). Os caracteres morfológicos que indicariam o ponto de maturidade fisiológica das sementes de quinoa seriam a coloração verde-clara do perigônio, com todas as sementes expostas, firmes, que não se partem ao serem pressionadas,

ficando marcadas apenas se forem pressionadas com muita força. Essas informações podem ser úteis na identificação do momento mais adequado para realização da colheita de sementes de quinoa.

Os resultados obtidos no âmbito do projeto “Produção e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) no Rio Grande do Sul” evidenciaram a necessidade de esforços que possibilitem a seleção de genótipos de quinoa mais adaptados ao cultivo na região Sul do Brasil, dada a grande desuniformidade e heterogeneidade apresentada em todos os cultivos a campo realizados com a cultivar BRS Piabiru, ressaltando a importância de programas de melhoramento genético voltados para a espécie. Verificou-se a possibilidade de produção de sementes de quinoa na região, com qualidade fisiológica satisfatória. Todavia, estudos futuros na área de Ciência e Tecnologia de Sementes devem aprofundar o conhecimento dos mecanismos de desenvolvimento e superação da dormência nas sementes, assim como o estabelecimento de condições adequadas ao seu armazenamento a longo prazo.

Referências

- ASCHERI, J. L.; SPEHAR, C. R.; NASCIMENTO, N. E. Caracterización química comparativa de harinas instantáneas por extrusión de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), maíz y arroz. *Alimentaria*, Madrid, v. 39, n. 331, p. 82-89, 2002.
- AGUILAR, A. P. C. **Identificación de mecanismos de androsterelidad, componentes de rendimento y contenido protéico em quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)**. 1980. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidad Agraria La Molina, Lima, 1980.
- BENECH-ARNOLD, R. L. Inception, maintenance and termination of dormancy in grain crops: physiology, genetics and environmental control. In: BENECH-ARNOLD, R. L.; SANCHEZ, R. A. (Ed.). **Handbook of seed physiology: applications to agriculture**. Binghamton, New York: The Haworth Press, 2004. p. 169-198.
- BENECH-ARNOLD, R. L.; SÁNCHEZ, R. A.; FORCELLA, F.; KRUK, B. C.; GHERSA, C. M. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, v. 67, n. 2, p. 105–122, 2000.
- BORGES, C. T.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N.; MENEGHELLO, G. E.; GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A.; DEUNER, C.; TROYJACK, C. **Germinação de sementes de quinoa submetidas a diferentes temperaturas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 18 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 245).
- BRAGA, E. O.; MENDONÇA, L. G. Discussão do uso racional da ração humana, com enfoque para os seus principais constituintes: linhaça e quinoa. *Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1/2, p. 32-43, 2010.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CECCATO, D. **Efecto de las condiciones ambientales durante el desarrollo, maduración y almacenamiento sobre la dormición em semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) com tolerancia potencial al brotado pre-cosecha**. 2011. 203 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2011.
- CECCATO, D. V.; BERTERO, H. D.; BATLLA, D. Environmental control of dormancy in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds: two potential genetic resources for pre-harvest sprouting tolerance. *Seed Science Research*, Cambridge, v. 21, n. 2, p. 133-141, 2011.
- DIAS, D. C. F. S. Maturação fisiológica de sementes: o processo. *Seed News*, Pelotas, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.
- FAO. International Year of Quinoa 2013. **What is quinoa? – Distribution and production**. Disponível em: <<http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/distribution-and-production/en/>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- FENNER, M. The effects of the parent environment on seed germinability. *Seed Science Research*, Cambridge, v. 1, n. 2, p. 75–84, 1991.
- GANDARILLAS, H. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua. *Sayaña*, La Paz, v. 5, p. 26-29, 1967.

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

GUALANO, N. A.; BENECH-ARNOLD, R. L. Predicting pre-harvest sprouting susceptibility in barley: looking for 'sensitivity windows' to temperature throughout grain filling in various commercial cultivars. **Field Crops Research**, v. 114, n. 1, p. 35-44, 2009.

JACOBSEN, S. E.; JENSEN, C. R.; LIU, F. Improving crop production in the arid Mediterranean climate. **Field Crops Research**, v. 128, n. 1, p. 34-47, 2012.

MUJICA-SANCHEZ, A. Andean grains and legumes In: HERNANDO BERMUJO, J. E., LEON, J. (Ed.). **Neglected crops: 1492 from a different perspective**. Rome, Italy: FAO, 1994. p. 131-148.

NASCIMENTO, W. M. Efeito da ordem das umbelas na produção e qualidade de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 13, n. 2, p. 131-133, 1991.

PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 2, p. 145-150, 2008.

SOUZA, F. F. J. **Descrição de estádios fenológicos, maturação, qualidade fisiológica de sementes e diversidade genética em quinoa**. 2017. 207 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SPEHAR, C. R. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) para incrementar a diversidade agrícola e alimentar no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 41-62, 2006.

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

SPEHAR, C. R. **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 103 p.

SPEHAR, C. R. Quinoa e amaranto: alternativas para diversificar a agricultura e a alimentação. **Lavoura**, Rio de Janeiro, p. 38-39, 2003.

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

SPEHAR, C. R.; 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.

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

Comunicado Técnico, 348

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
 Pelotas, RS - CEP 96010-971
Fone: (53)3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco/sac



1ª edição
 Obra digitalizada (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: Ana Cristina Richter Krolow
Vice-Presidente: Enio Egon Sosinski Júnior
Secretária-Executiva: Bárbara Chevallier Cosenza
Membros: Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Expediente

Revisão do texto: Bárbara C. Cosenza
Normalização bibliográfica: Marilaine Schaun Pelufê
Editoração eletrônica: Nathália Coelho (estagiária)