

**Germinação de Sementes de  
Quinoa Submetidas a Diferentes  
Temperaturas**



ISSN 1678-2518

Outubro, 2016

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

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 245**

## **Germinação de Sementes de Quinoa Submetidas a Diferentes Temperaturas**

Carolina Terra Borges  
Caroline Jácome Costa  
Vanessa Nogueira Soares  
Geri Eduardo Meneghello  
Gizele Ingrid Gadotti  
Francisco Amaral Villela  
Cristiane Deuner  
Cristian Troyjack

Embrapa Clima Temperado  
Pelotas, RS  
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

[www.embrapa.br/clima-temperado](http://www.embrapa.br/clima-temperado)

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

**Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado**

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Nathália Coelho (estagiária)*

Foto de capa: *Caroline Jácome Costa*

**1ª edição**

1ª impressão (2016): 30 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 Clima Temperado

---

C837m Costa, Caroline Jácome

Germinação de sementes de quinoa submetidas a diferentes temperaturas / Carolina Terra Borges, Caroline Jácome Costa, Vanessa Nogueira Soares, Geri Eduardo Meneghello, Gizele Ingrid Gadotti, Francisco Amaral Villela, Cristiane Deuner, Cristian Troyjack. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016.

18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 245)

1. Semente. 2. Germinação. 3. Quinoa.  
I. Borges, Carolina Terra. II. Costa, Caroline Jácome.  
III. Soares, Vanessa Nogueira. IV. Meneghello, Geri Eduardo. V. Gadotti, Gizele Ingrid. VI. Villela, Cristiane Deuner. VII. Troyjack, Cristian. VIII. Título. IX. Série.

---

633.8 CDD

©Embrapa 2016

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	9
<b>Material e Métodos</b> .....	12
<b>Resultados e Discussão</b> .....	13
<b>Conclusões</b> .....	16
<b>Referências</b> .....	17





# Germinação de Sementes de Quinoa Submetidas a Diferentes Temperaturas

---

***Carolina Terra Borges***<sup>1</sup>

***Caroline Jácome Costa***<sup>2</sup>

***Vanessa Nogueira Soares***<sup>3</sup>

***Geri Eduardo Meneghello***<sup>4</sup>

***Gizele Ingrid Gadott***<sup>5</sup>

***Francisco Amaral Villela***<sup>5</sup>

***Cristiane Deuner***<sup>1</sup>

***Cristian Troyjack***<sup>6</sup>

## Resumo

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) é uma espécie andina introduzida no Brasil, no Bioma Cerrado, na década de 1990, apresentando apenas uma cultivar registrada no País, denominada 'BRS Piabiru'. A espécie tem despertado interesse do setor produtivo em função das propriedades nutricionais de seus grãos, sendo considerada uma fonte de proteínas de elevado valor biológico, além de ser livre de glúten. Entretanto, apesar da crescente preocupação sobre o desenvolvimento da agropecuária em bases sustentáveis e da possibilidade de incorporação de espécies alternativas aos sistemas

---

<sup>1</sup>Engenheira-agrônoma, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, RS.

<sup>2</sup>Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>3</sup>Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes, bolsista do PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas, RS.

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, RS.

<sup>5</sup>Engenheiro-agrícola, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Sementes, professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>6</sup>Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, SC.

produtivos, há pouca informação sobre o cultivo da quinoa no Brasil, sendo sua produção comercial restrita e praticamente limitada à região do Cerrado, e inexistindo sequer recomendações para condução do teste de germinação das sementes dessa espécie. Entre os fatores para o teste de germinação estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes, a temperatura tem efeito na intensidade e velocidade desse processo, sendo a temperatura ótima aquela na qual se obtém o maior número de sementes germinadas no menor período de tempo. O objetivo do presente trabalho foi adequar a metodologia para condução do teste de germinação em sementes de quinoa, estabelecendo as temperaturas mais recomendadas para a germinação das sementes durante o teste. O trabalho foi realizado no laboratório de análise de sementes da Universidade Federal de Pelotas. Foram empregados quatro lotes de sementes de quinoa da cultivar BRS Piabiru. Os testes de germinação foram conduzidos em temperaturas constantes de 15 °C, 20 °C, 25 °C e alternadas de 15-25 °C, na presença de luz, sendo avaliadas diariamente quanto à percentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas até a estabilização da germinação. Foi possível observar que, entre as temperaturas avaliadas, maior porcentagem de sementes germinadas ocorreu a 20 °C.

Termos para indexação: *Chenopodium quinoa* Willd, viabilidade, qualidade, plântula normal.

# Quinoa Seed Germination Under Different Temperatures

---

## Abstract

*Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) is an Andean species introduced in Brazil, in Cerrado, in the decade of 1990, with only one cultivar registered, denominated BRS Piabiru. The species has attracted interest from the agricultural sector in function of the nutritional properties of its grains, being considered a source of proteins with high biological value, besides being gluten free. However, in spite of the growing concern on the development of the farming in sustainable bases and of the possibility of incorporation of alternative species in the productive systems, there is little information on the cultivation of the quinoa in Brazil. Its commercial production is restrict and practically limited to the area of the Cerrado and there are no recommendations for the seed germination test. Among the factors for the standard germination test established by the Rules for Seed Analysis, the temperature has effect on the intensity and speed of this process, being the optimum temperature that in which the highest number of germinated seeds is obtained in the shortest possible period. The aim of this study was to adjust the methodology for conducting the germination test of quinoa seeds, establishing the most appropriate temperature for seed germination during the test. The research was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Federal University of Pelotas. Four lots of quinoa seeds of BRS Piabiru*

*cultivar were used. Germination tests were conducted at constant temperatures of 15 °C, 20 °C, 25 °C and alternate 15-25 °C, in the presence of light, The percentage of normal, abnormal seedlings and dead seeds were evaluated daily until the stabilization of germination. It was observed that among the evaluated temperatures, higher percentage of germinated seeds were obtained at 20 °C.*

*Index terms: Chenopodium quinoa Willd, viability, quality, normal seedling.*

## Introdução

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) é uma espécie andina que se originou na região próxima ao Lago Titicaca, entre Peru e Bolívia, sendo cultivada desde tempos pré-colombianos pelos incas e demais povos daquela região. Apresenta sementes com elevada composição de proteína e relação de aminoácidos mais equilibrada em relação aos cereais tradicionalmente utilizados na dieta humana, sendo considerada um dos alimentos mais nutritivos entre os vegetais (BHARGAVA et al., 2006). Além disso, os grãos são livres de glúten (GORINSTEIN et al., 2008) e colesterol (SPEHAR; SANTOS, 2002), constituindo-se em excelente opção para a diversificação alimentar. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a composição dos grãos de quinoa está mais próxima do balanço ideal de proteínas em relação aos demais cereais, além de o valor biológico de sua proteína ser comparável ao da caseína do leite materno. Apesar dos grãos serem a parte tradicionalmente consumida (inteiros ou na forma de farinha ou flocos), na alimentação humana e animal, toda a planta pode ser aproveitada.

A espécie apresenta elevada variabilidade genética, podendo ser cultivada em diferentes zonas agroecológicas e temperaturas entre -8 °C e 38 °C (FAO, 2015), além de apresentar tolerância a diferentes estresses como seca, acidez do solo e baixas temperaturas. Atualmente, muitos países no mundo possuem cultivos comerciais de quinoa (BRADY et al., 2007).

No Brasil, a espécie foi introduzida na década de 1990, a partir da iniciativa conjunta da Embrapa Cerrados, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Universidade de Brasília, Universidade Federal de Goiás, Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde e da Associação de Plantio Direto nos Cerrados (SPEHAR; SANTOS, 2002), culminando com o desenvolvimento da cultivar BRS Piabiru, originária de uma população de plantas procedente de Quito, no Equador, que, após dois anos de ensaios, a partir de 1998,

foi uniformizada para características agronômicas e ausência de saponina, sendo recomendada para cultivo granífero no Brasil. A BRS Piabiru apresenta ciclo variando de 80 a 150 dias, crescimento inicial lento, podendo atingir mais de dois metros de altura em semeaduras de safrinha (outono) e rendimento superior a  $2,5 \text{ t.ha}^{-1}$  na região do Cerrado, desde que se garanta bom suprimento de umidade no solo, constituindo a única cultivar de quinoa registrada no Brasil (SPEHAR; SANTOS, 2002). De acordo com Spehar e Santos (2002), a diferenciação floral das plantas de quinoa da cultivar BRS Piabiru ocorre aos 30 dias após a emergência e a antese inicia-se aos 45 dias. O período entre a emergência e a maturação fisiológica é de 145 dias e as plantas são resistentes ao acamamento. A primeira colheita comercial de quinoa no Brasil ocorreu em 2002, na Fazenda Riede, em Formosa/GO, com rendimento de  $1,6 \text{ t.ha}^{-1}$ .

Por ser uma espécie nova na agricultura brasileira, o estabelecimento da cadeia produtiva encontra-se em desenvolvimento e depende do elo entre a demanda e o produtor, tendo como propósito alimentação humana, animal e como cultura alternativa (SPEHAR, 2006).

O cultivo da quinoa em sucessão a cultivares precoces de grãos pode interromper o ciclo de pragas e doenças, proporcionando maior sustentabilidade aos sistemas produtivos (SPEHAR; SANTOS, 2002). Sua introdução, em cultivos rotacionados com soja e milho ou sucessivos, com trigo ou forrageiras, pode contribuir para a redução do uso de agrotóxicos, com impactos favoráveis ao ambiente e à saúde humana (SPEHAR, 2006).

Sendo assim, devido à sua crescente importância, tem ocorrido estímulo à comercialização de sementes da espécie. No entanto, não existem, atualmente, recomendações mínimas para a condução do teste de germinação em sementes de quinoa, como ocorre para a maioria das sementes de espécies cultivadas.



As Regras para Análise de Sementes-RAS (BRASIL, 2009) e as Regras Internacionais (ISTA, 2012) estabelecem instruções para condução do teste de germinação para a maioria das espécies cultivadas, especificando o tipo de substrato, disponibilidade de água, luz e temperatura mais adequados. Entretanto, as informações referentes ao teste de germinação de sementes de quinoa não estão incluídas em tais regras, impedindo a utilização de métodos de análise confiáveis, padronizados e reproduzíveis. Versões anteriores das regras internacionais recomendavam que o teste de germinação em sementes de quinoa fosse conduzido por oito dias, a 25 °C (ISTA, 1985). Entretanto, trabalhos posteriores demonstraram a necessidade de revisão dessa recomendação, demonstrando que o estabelecimento preciso da temperatura ótima para condução do teste de germinação em sementes de quinoa necessitava estudos adicionais, dada a ampla faixa de temperatura adequada para germinação das sementes dessa espécie (JACOBSEN; BACH, 1998).

Entre os fatores que afetam o resultado do teste de germinação, a temperatura tem efeito na intensidade e velocidade desse processo (BEWLEY; BLACK, 1982), sendo a temperatura ótima aquela na qual se obtém o maior número de sementes germinadas no menor período de tempo (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1980). A temperatura para a germinação influencia a percentagem final de germinação, a velocidade do processo germinativo e a absorção de água pela semente (embebição) (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). Segundo Castro et al. (2004), temperaturas baixas na fase de embebição podem provocar danos irreparáveis no sistema membranal, levando à lixiviação de conteúdos celulares e afetando a germinação. Pollock e Toole (1966) observaram que sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) são danificadas pela embebição rápida em temperaturas baixas. Em contrapartida, altas temperaturas podem deixar a germinação mais lenta e as plântulas menos vigorosas, em função da menor expressão do vigor das sementes, que podem não resisitir ao estresse imposto pelo

ambiente (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Dessa forma, faz-se necessário estabelecer condições adequadas para análise do potencial fisiológico das sementes, sendo que testes padronizados para as culturas são capazes de estimar a qualidade dos lotes através do teste de germinação. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi adequar a metodologia para condução do teste de germinação em sementes de quinoa, estabelecendo as temperaturas mais recomendadas para a germinação das sementes durante o teste.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado no laboratório de análise de sementes da Universidade Federal de Pelotas. Foram empregados quatro lotes de sementes de quinoa da cultivar BRS Piabiru, produzidas na região do Planalto Central do Brasil, na safra 2013/2013.

Os testes de germinação foram conduzidos em caixas tipo gerbox, com quatro subamostras de 50 sementes para cada repetição de cada lote. As sementes foram distribuídas sobre papel mata borrão umedecido com volume de água destilada correspondente a 2,5 vezes a massa do papel e colocadas em câmaras de incubação do tipo BOD reguladas em regimes de temperaturas constantes de 15 °C, 20 °C, 25 °C e alternadas de 15-25 °C, na presença de luz, sendo avaliadas diariamente quanto à percentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas até a estabilização da germinação. Foram consideradas plântulas normais as que apresentaram todas as estruturas necessárias para originar uma planta normal, ou seja, com parte aérea e sistema radicular bem desenvolvidos.

Os ensaios foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4 (temperatura x lote) com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando apresentaram diferença significativa, foi realizada comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

Conforme o resultado da análise de variância, observou-se que não houve interação entre os fatores lote e temperatura, portanto, foram realizadas comparações de médias somente para os efeitos principais de cada fator. Ao analisar os resultados apresentados na Tabela 1, pode-se observar que houve diferença significativa entre os lotes, quanto à germinação, sendo o desempenho do lote 1 superior aos demais em todas as temperaturas avaliadas, com média de 87% de sementes germinadas. Os lotes 2, 3 e 4 não diferiram estatisticamente entre si, apresentando médias de 80%, 81% e 77% de germinação, respectivamente. Esses dados evidenciam que os diferentes lotes empregados foram adequados para o propósito deste trabalho, uma vez que o teste de germinação, para ser eficiente, deve ser suficientemente robusto para avaliar o real potencial de germinação das sementes, independentemente desta ser alta, média ou baixa. Para os diferentes regimes de temperatura, observou-se que a temperatura constante de 20 °C foi a que apresentou maior germinação das sementes de quinoa, para os quatro lotes avaliados, seguida da temperatura constante de 25 °C e alternadas de 15-25 °C, as quais não diferiam entre si e apresentaram média de germinação de 82% e 81%, respectivamente. Para a temperatura constante de 15 °C, a germinação média das sementes dos diferentes lotes foi de 74%.

**Tabela 1.** Germinação (%) de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, de quatro lotes submetidas a diferentes temperaturas. Pelotas/RS, safra 2014/2015, 2015.

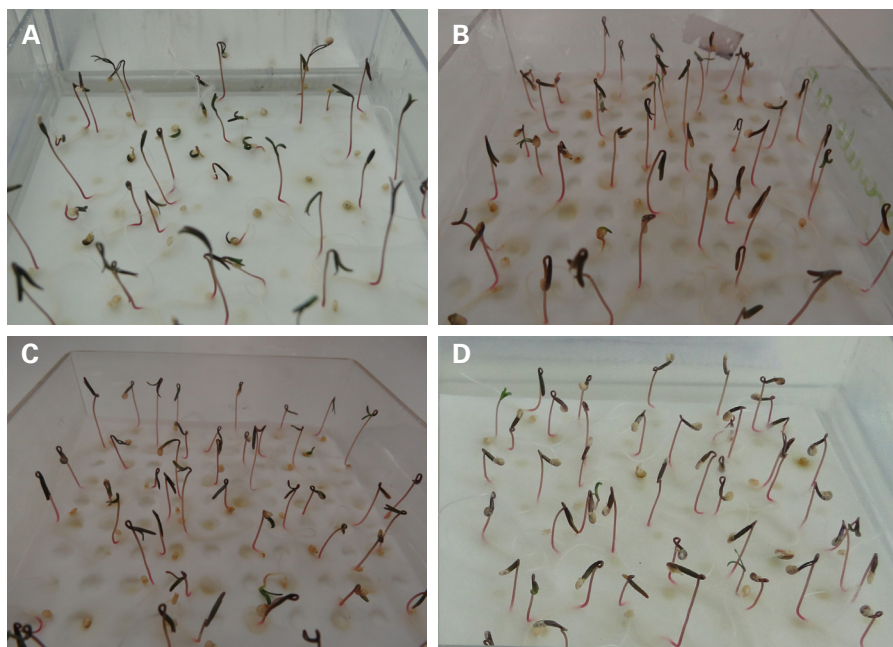
Lote	Temperatura (°C)				Média (%)
	15	20	25	15-25	
1	80	89	90	80	87 A
2	73	88	76	62	80 B
3	73	88	84	53	81 B
4	72	83	77	57	77 B
Média (%)	74 c	87 a	82 b	81 b	81
CV (%)				5,93	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A temperatura ideal de germinação, de forma geral, varia dentro de uma faixa de temperaturas, no entanto, dentro de certos limites, a velocidade de embebição da água pelas sementes aumenta e as atividades metabólicas são pronunciadas com o aumento da temperatura (POPINIGIS, 1985). Em condições de baixas temperaturas, a embebição das sementes poderá acontecer, porém, pode provocar danos ao embrião ou às plântulas, cessando o processo de crescimento (MATOS et al., 2015). De acordo com Marini et al. (2012), variações extremas de temperatura podem influenciar os processos fisiológicos e bioquímicos nas sementes, podendo afetar diretamente o crescimento inicial das culturas e expor as plântulas por maior período a fatores adversos.

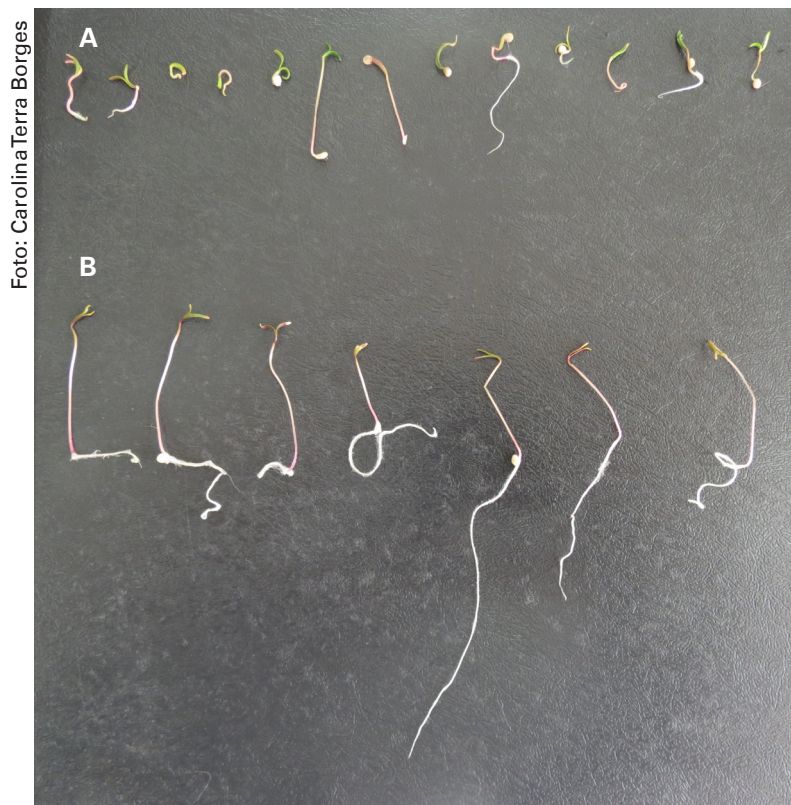
Jacobsen e Bach (1998), ao estudarem a relação entre a temperatura e a germinação de sementes de quinoa, testaram seis temperaturas constantes, variando de 8 a 35 °C, e observaram que a faixa de temperatura ótima para a obtenção da máxima germinação situou-se dentro do intervalo de 15 °C a 20 °C .

Para todas as temperaturas avaliadas, o período indicado para avaliação da porcentagem de germinação, para cultivar de quinoa BRS Piabiru, foi de cinco dias, quando se registrou o maior número de plântulas normais (Figura 1). Vale ressaltar que com menos de 24 horas após a instalação do teste de germinação, para todas as temperaturas, houve protrusão da raiz primária na maioria das sementes avaliadas. A Figura 2 ilustra diferenças entre plântulas normais e anormais observadas nos testes realizados.



Fotos: Carolina Terra Borges

**Figura 1.** Plântulas de quinoa, cultivar BRS Piabiru, provenientes de sementes submetidas às temperaturas de 15 °C (A); 20 °C (B); 25 °C (C) e 15-25 °C (D), aos cinco dias após a semeadura.



**Figura 2.** Plântulas anormais (A) e normais (B) de quinoa, cultivar BRS Piabiru, observadas no teste de germinação, transcorridos cinco dias após a semeadura. Pelotas/RS, 2015.

## Conclusão

A temperatura constante de 20 °C mostrou-se mais eficiente para conduzir o teste de germinação em sementes de *Chenopodium quinoa*, da cultivar BRS Piabiru.

## Referências

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **The physiology and biochemistry of seeds**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. v. 2. 375 p.

BHARGAVA, A.; SHUKLA, S.; OHRI, D. *Chenopodium quinoa* - an Indian perspective. **Industrial Crops and Products**, v. 33, p. 73-87, 2006.

BRADY, K.; HO, C.-T.; ROSEN, R. T.; SANG, S.; KARWE, M. V. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. **Food Chemistry**, v. 100, p. 1209-1216, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. p. 149-162.



DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science & Technology**, v. 1, p. 427-452, 1973.

FAO. **Quinoa 2013 International Year**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/en/leaflet.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

GORINSTEIN, S.; LOJEK, A.; CÍZ, M.; PAWELZIK, E.; DELGADOLICON, E.; MEDINA, O. J.; MORENO, M.; SALAS, I. A.; GOSHEV, I. Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 3, p. 629-637, 2008.

ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). International Rules for Seed Testing. Annexes 1985. **Seed Science & Technology**, v. 13, p. 356-513, 1985.

ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). **International Rules for Seed Testing**. 2012 Edition. Bassersdorf: ISTA, 2012. 18 cap.

**Embrapa**

---

*Clima Temperado*

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 13382