

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes**



**Tese**

**Caracterização, qualidade fisiológica e produção de sementes de  
Quinoa no sul do Rio Grande do Sul**

**Daniele Brandstetter Rodrigues**

Pelotas, 2018

**DANIELE BRANDSTETTER RODRIGUES**

**CARACTERIZAÇÃO, QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DE  
SEMENTES DE QUINOA NO SUL DO RIO GRANDE DO SUL**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, como requisito parcial a obtenção do título de Doutora em Ciências (área de conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador (a): Dra. Lilian Vanusa Madruga de Tunes

Coorientadores: Dr. Geri Eduardo Meneghello

Dra. Caroline Costa Jácome

Dr. Francisco Amaral Villela

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

R696c Rodrigues, Daniele Brandstetter

Caracterização, qualidade fisiológica e produção de sementes de Quinoa no sul do Rio Grande do Sul / Daniele Brandstetter Rodrigues ; Lilian V. Madruga de Tunes, orientadora. — Pelotas, 2018.

71 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Pseudocereal. 2. BRS Piabiru. 3. Chenopodium quinoa Willd.. I. Tunes, Lilian V. Madruga de, orient. II. Título.

CDD : 631.521

**Banca examinadora:**

---

Eng. Agr. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca

---

Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisa Souza Lemes

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriane Marinho de Assis

---

Eng<sup>a</sup>. Ftal. Dr<sup>a</sup>. Aline Ritter Curti

---

Biol. Dra. Andreia da Silva Almeida

À minha mãe, Elizabeth Moreira Brandstetter, a qual é meu exemplo e  
minha grande incentivadora.

**Ofereço e dedico**

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Deus e aos bons espíritos protetores que me guiam.

À minha família (mãe e irmã) pelo companheirismo, amor, paciência e incentivo, pois estas qualidades foram determinantes para que eu alcançasse tal conquista.

À minha mãe Elizabeth Moreira Brandstetter por me incentivar e acreditar em mim, e, além disso, me possibilitar de maneira incansável uma vida confortável e feliz durante toda minha caminhada!

À minha irmã Fernanda Brandstetter Rodrigues por ser fonte de positividade e confiança nesta fase e em tantas outras da minha vida. Teu apoio é primordial.

À todos meus amigos (estes sabem quem são) pelas experiências compartilhadas, pela torcida, e por todo afeto dedicado. Sou muito grata a vocês!

À minha orientadora e amiga Lilian V. Madruga de Tunes, pelo apoio infatigável, por toda orientação, ensinamentos, e pelo valioso companheirismo.

Aos meus queridos colegas/amigos Carla Dias Tunes, Anna dos Santos Suñé, Bruna Barreto, Carolina Cipriano, Douglas Schulz, Luiz Henrique Konzer Gustavo Zimmer, Tainan Almeida, Caio Dörr, Otavio Correa, e Ewerton Gewehr, saibam que vocês foram muito importantes para minha evolução profissional e pessoal, meu grandioso agradecimento a vocês!

Aos estagiários por todo trabalho e empenho a pesquisa em geral,

pelo apoio e comprometimento com as atividades!

Aos demais integrantes do Grupo Prof<sup>a</sup> Lilian, pela parceria e agradável convivência, me considero privilegiada em ter feito parte deste grande grupo!

À Faculdade de Agronomia (FAEM) e ao PPG Ciência e Tecnologia de Sementes e seus respectivos Professores e funcionários, pela acolhida e por toda ajuda. Este foi um lugar efetivamente marcante na minha vida, tenho muito orgulho desta “casa”!

## Resumo

RODRIGUES, Daniele Brandstetter. **Caracterização, qualidade fisiológica e produção de sementes de Quinoa no sul do Rio Grande do Sul**, 2018. 81f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

O consumo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tem aumentado mundialmente, especialmente pelas pessoas que necessitam ingerir alimentos com baixo teor de colesterol e isentas de glúten. Além disso é uma ótima opção para diversificação agrícola. Neste sentido, e frente ao cenário pouco competitivo da metade sul do Rio Grande do Sul, o propósito com este trabalho foi avaliar o potencial de produção de sementes de quinoa cultivados em diferentes épocas de semeadura. Avaliar à influencia da adubação fosfatada no desenvolvimento inicial da espécie a análise morfobiométrica seminal e morfologia da germinação das sementes. As sementes de quinoa apresentam tamanho médio de comprimento de 2,05 mm e 1,07 mm de espessura. Peso de mil sementes de 2,68 g e umidade em torno de 11%. Externamente, possui o pericarpo como testa, hilo e rafe. Internamente possui o eixo embrionário (cotilédones, radícula e caulículo), perisperma e endosperma. A germinação caracteriza-se como epígea do tipo fanerocotiledonar, com protrusão da radícula após 3 HAS (horas após a semeadura) e completa formação da plântula às 24 HAS. À emergência ocorreu aos 9 DAS (dias após a semeadura) e formação da planta aos 12 DAS. De acordo com a viabilidade das sementes de quinoa produzidas na região Sul, nas condições avaliadas, pode-se afirmar que existe um potencial de produção na região. A qualidade das sementes é assegurada quando produzida a partir dos meses de julho, agosto, novembro, destacando que a qualidade das sementes da haste principal é superior. O crescimento inicial da cultura da quinoa é afetado negativamente pela ausência do elemento fósforo. Pode-se concluir que a dose de 60 Kg ha<sup>-1</sup> é a mais indicada para à espécie em questão.

Palavras-chave: pseudocereal; BRS Piabiru; *Chenopodium quinoa* Willd.

## Abstract

RODRIGUES, Daniele Brandstetter. **Characterization, physiological quality and seed production of Quinoa in southern Rio Grande do Sul, Brazil**, 2018. 81f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

The consumption of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Has increased worldwide, especially for people who need to eat low-cholesterol and gluten-free foods. It is also a great choice for agricultural diversification. In this sense, and in the face of the uncompetitive scenario of the southern half of Rio Grande do Sul, the purpose of this work was to evaluate the production potential of quinoa seeds grown at different sowing dates. To evaluate the influence of phosphate fertilization on the initial development of the species, the seminal morphobiometric analysis and seed germination morphology. The quinoa seeds had a mean length of 2.05 mm and 1.07 mm in length. Weight of one thousand seeds of 2.68 g and humidity around 11%. Externally, it has the pericarp as forehead, thread and raphe. Internally it has the embryonic axis (cotyledons, radicle and caulci), perisperm and endosperm. Germination is characterized as an epidermis of the phanerocotyledonar type, with protrusion of the radicle after 3 HAS (hours after sowing) and complete formation of the seedling at 24 HAS. Emergence occurred at 9 DAS (days after sowing) and plant formation at 12 DAS. According to the viability of the quinoa seeds produced in the South region, under the conditions evaluated, it can be stated that there is a production potential in the region. The quality of the seeds is assured when produced from the months of July, August, November, noting that the quality of the seeds of the main stem is superior. The initial growth of the quinoa culture is negatively affected by the absence of the phosphorus element. It can be concluded that the dose of 60 kg ha<sup>-1</sup> is the most appropriate for the species in question.

Keywords: pseudocereal; BRS Piabiru; *Chenopodium quinoa* Willd.

## Lista de figuras

Figura 01	Caracterização seminal das estruturas externas (A) e internas (B) da semente de quinoa. Mi: micrópila; Pe= pericarpo; Tg= tegumento; Rf: rafe; Cl: caulículo; Ct: cotilédone; Ed: endosperma; Pr: perisperma; Ra: radícula.....	32
Figura 02	Caracterização dos tecidos da semente de quinoa submetida ao sal de tetrazólio.....	33
Figura 03	Caracterização morfológica durante a germinação de semente de quinoa. Mi: micrópila; Tg= tegumento; Rf: rafe; Cf: coifa; Fc: folha cotiledonar; Hi: hipocótilo; Pr: pelos radiculares; Ra: radícula.....	34
Figura 04	Caracterização morfológica durante a emergência de semente de quinoa. Cf: coifa; Cl: colo; Ep: epicótilo; Fc: folha cotiledonar; Hi: hipocótilo; Pf: primórdio foliar; Pr: pelo radicular; Ra: radícula; Rp: raiz principal; Rs: raiz secundária.....	35
Figura 05	Valores médios de radiação solar no ano de 2015, de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.....	40
Figura 06	Cenário climático do ano de 2015, incluindo as médias de temperatura mínima, média e máxima do ar de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.....	40
Figura 07	Valores médios de radiação solar no ano de 2016, de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.....	41
Figura 08	Cenário climático do ano de 2016, incluindo as médias de temperatura mínima, média e máxima do ar de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.....	42

Figura 09 Massa da matéria fresca (g), massa da matéria seca (g), área foliar do caule (cm<sup>2</sup>) e área foliar (cm<sup>2</sup>) em função das doses de fósforo no desenvolvimento inicial da cultura da quinoa. Capão do Leão-RS..... 56

## Lista de Tabelas

Tabela 01	Composição centesimal aproximada (% base seca) de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), arroz ( <i>Oryza sativa</i> ), fubá de milho e farinha de trigo.....	22
Tabela 02	Média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variância (CV) da biometria de sementes de quinoa BRS Piabiru ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.). Pelotas - RS, 2018.....	29
Tabela 03	Grau de umidade (%) e Peso de mil sementes (g) de sementes de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	30
Tabela 04	Valores médios da massa fresca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MFGR), massa fresca dos glomérulos da principal (MFGP), massa fresca do caule da principal (MFCP), massa fresca do caule da ramificação (MSCR), e massa fresca das folhas (MFF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura, em Pelotas – RS, 2015/2016.....	44
Tabela 05	Valores médios da massa seca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MSGR), massa seca dos glomérulos da principal (MSGP), massa seca do caule da principal (MSCP), massa seca do caule da ramificação (MSCR), e massa seca das folhas (MFF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura, em Pelotas – RS.....	45
Tabela 06	Diâmetro do caule – basal (DBC), Diâmetro do caule – mediada (DCM), Diâmetro do caule – ápice (DCA), Altura da planta (AP), e Comprimento da panícula (CP) em centímetros produzidas em três épocas de semeadura. Pelotas – RS, 2015/2016.....	46
Tabela 07	Porcentagem de Germinação (G), Teste de frio (TF), Envelhecimento acelerado (EA), e Emergência (E) de sementes (haste principal e ramificação) produzidas em três épocas de semeadura (novembro, dezembro e janeiro). Pelotas – RS, 2015/2016.....	44

Tabela 08	Valores médios da massa fresca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MFGR), massa fresca dos glomérulos da principal (MFGP), massa fresca do caule da principal (MFCP), massa fresca do caule da ramificação (MSCR), e massa fresca das folhas (MFF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto), em Pelotas – RS, 2016.....	45
Tabela 09	Valores médios da massa seca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MSGR), massa seca dos glomérulos da principal (MSGP), massa seca do caule da principal (MSCP), massa seca do caule da ramificação (MSCR), e massa seca das folhas (MSF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto), em Pelotas – RS, 2016.....	49
Tabela 10	Diâmetro do caule – basal (DBC), Diâmetro do caule – mediada (DCM), Diâmetro do caule – ápice (DCA), Altura da planta (AP), e Comprimento da panícula (CP) (em centímetros) produzidas em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto). Pelotas – RS, 2016.....	50
Tabela 11	Porcentagem de Germinação (G), Teste de frio (TF), Envelhecimento acelerado (EA), e Emergência (E) de sementes (haste principal e ramificação) produzidas em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto). Pelotas – RS, 2016.....	51

## Sumário

1 Introdução.....	15
2. Revisão Bibliográfica.....	15
2.1 Origem e nomenclatura botânica da quinoa.....	17
2.2 Caracterização morfológica.....	19
2.3 Cultivo da quinoa.....	20
2.4 Utilização e consumo.....	21
2.5 Qualidade de Sementes.....	23
3 Capítulo I - Morfobiometria Seminal e Morfologia da germinação de plântulas de quinoa .....	25
3.1 Introdução.....	25
3.2 Material e métodos.....	26
3.3 Resultados e discussão.....	28
3.4 Conclusões.....	36
4 Capítulo II - Potencial de produção e qualidade de sementes de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) cultivadas em diferentes épocas de semeadura.....	37
4.1 Introdução.....	37
4.2 Material e métodos.....	39
4.3 Resultados e Discussão.....	44
4.4 Conclusões.....	51
5. Capítulo III - Adubação fosfatada no desenvolvimento inicial de quinoa.....	52
5.1 Introdução.....	52
5.2 Material e métodos.....	54
5.3 Resultados e discussão.....	55
5.4 Conclusões.....	58
6 Conclusões.....	59
7 Referências.....	60

## 1 Introdução

Com o aumento crescente da população mundial, várias demandas estão sendo intensificadas e diante disso se faz necessário a busca pelo aumento da produtividade agrícola e a expansão das fronteiras para a produção, bem como a diversificação de cultivos. Aliado a esta questão, é notório que atualmente existe uma nova classe consumidora, ou seja, uma parcela da população que procura por alimentos que não apenas supram as necessidades nutritivas básicas, mas que também tenham capacidade funcional, exigindo da indústria alimentícia modificações que satisfaçam este cenário (SILVIA et al., 2015).

Assim sendo, destaca-se o consumo de quinoa, o qual tem aumentado mundialmente, especialmente pelas pessoas que necessitam ingerir alimentos com baixo teor de colesterol. Além dessa questão a quinoa é atrativa por ser um pseudocereal com alto valor proteico e se adequar a dieta de pessoas celíacas, já que não contém em sua composição proteica glutenina e gliadina (CASTRO et al., 2007).

No ano de 2013 a ONU (Organização das Nações Unidas) intitulou o “Ano Internacional da Quinoa”, em razão de ser apontada como “uma semente de suporte à vida que pode ajudar a promover a segurança alimentar e a erradicação da pobreza, acabar com a desnutrição e estimular a biodiversidade” (MOTA et al., 2015).

A quinoa possui peculiaridades atrativas que revelam o potencial do aumento da procura pelas pessoas e indústria. Dentre elas, destaca-se maior quantidade de proteína, melhor equilíbrio na distribuição, inclusive assemelhando-se à caseína (denominada a porção proteica constituinte do leite) de aminoácidos essenciais em comparação a outros cereais. Apesar do fato de que as proteínas vegetais geralmente possuem teores de alguns aminoácidos

inferiores aos mínimos preconizados para a dieta humana (ASCHERI et al., 2002; SILVA et al. 2015; SPEHAR et al., 2007).

A produção mundial teve um incremento superior a 268% segundo dados da FAOSTAT (2017) na produção de quinoa na última década, subindo de 52.326 para 192.342 toneladas entre 2004 e 2014 e à área plantada foi de 67.243 para 195.342 hectares neste mesmo período, consequentemente aumentando a produtividade em 27% (de 778 para 985 kg ha<sup>-1</sup>).

No momento atual, a quinoa encontrada a venda no Brasil advém da importação e o cultivo predominante se restringe aos países como Peru e Bolívia. Com isso, acaba chegando às prateleiras para o consumidor com alto valor, isto é, em média R\$5,00/100g no município de Pelotas-RS (DE AVILA et al., 2016); no entanto, a produção local tem potencial de crescer e atender a demanda, que atualmente é suprida pelo produto importado, além do mais preços atrativos fazem aumentar o interesse de produtores.

Diante do potencial já constatado, é evidente que o cultivo da quinoa, em especial em solo brasileiro, seja aprimorado/otimizado para que se alcance grandes produções e de qualidade assim como já é atingido em país de origem. Para tanto, se faz necessário pesquisas acerca da capacidade de adaptação, bem como suas exigências para um melhor desenvolvimento e crescimento desta granífera.

O cultivo no Brasil é incipiente, começou a menos de 30 anos no Bioma Cerrado, no intuito de diversificar a produção (SPEHAR et al., 2007). Dado todos os atributos positivos da quinoa, a tendência é que a demanda seja crescente no Brasil. Neste sentido e frente ao cenário pouco competitivo da metade sul do Rio Grande do Sul (devido baixa eficiência do setor agrícola em razão do domínio da orizicultura e pecuária extensiva como principais atividades geradoras de renda, especialmente as pequenas propriedades - agricultura familiar).

O propósito com este trabalho foi de realizar análise morfobiométrica seminal e morfologia da germinação e emergência das sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) bem como avaliar a produção de sementes da espécie cultivada em diferentes épocas de semeadura; e a influencia da adubação fosfatada no desenvolvimento inicial da espécie.

## **2 Revisão bibliográfica**

### **2.1 Origem e descrição botânica da quinoa**

Em torno dos anos 70, a quinoa foi classificada como uma das 23 plantas promissoras e recomendadas para estudos pela National Academic Science (NAS), com o intuito de aprimorar a nutrição assim como a qualidade de vida das pessoas em seus países de origem, já que a maioria destas está em desenvolvimento. Em função deste relato histórico, diversos países deram início ao cultivo da cultura como Canadá, Estados Unidos e países da comunidade europeia, entre eles, França, Alemanha, Dinamarca e outros (FARRO, 2008; LANFRANCO, 2015).

A quinoa vem sendo cultivada na região do Cerrado e com o objetivo de adaptá-la ao cultivo no Brasil, a Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, em conjunto com o Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, Universidade de Brasília, Universidade Federal de Goiás, da Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde e da Associação de Plantio Direto nos Cerrados tem efetivado trabalho precursor com o pseudocereal (SPEHAR; SANTOS, 2002).

A quinoa pertence à classe Dicotiledonea, família Chenopodiaceae, gênero *Chenopodium* sendo este o principal dentro da família, apresentando ampla distribuição mundial, com cerca de 250 espécies (MUJICA et al., 2001; ABUGOCH JAMES, 2009).

É classificada como um pseudocereal, por ser, uma planta que muito se assemelha aos cereais quanto a sua composição nutricional, porém sem fazer parte a mesma família. É de origem andina, chamada de quinoa ou quínua. E

sua domesticação aconteceu pelo povo andino (Cordilheira dos Andes) há milhares de anos, contudo o cultivo sofreu um declínio em virtude da introdução da cultura da cevada e também pela intensificação do cultivo de trigo em função da colonização da região (CARBONE-RISI, 1986).

No passado a quinoa era tida como cultura de subsistência, entretanto, seu cultivo sofreu significativa redução em área a aproximadamente trinta anos atrás, devido a frequentes secas no altiplano e também pela prioridade dada ao cultivo de trigo (SPEHAR et al., 2007), além disso Carbone-Risi (1986) justifica a redução ao êxodo rural e ao descaso dos habitantes da zona urbana tinham pelos produtos oriundos da cultura indígena.

Seu cultivo é atualmente encontrado em inúmeras regiões, sendo cultivada, maiormente na América do Sul, e especialmente nos países Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador e Peru (FEDRIGO et al., 2010).

As pesquisas com quinoa no Brasil iniciaram-se com o intuito de diversificar o sistema de produção inicialmente no Cerrado. A cultivar BRS Piabiru (com ausência de saponina - glicosídeo de sabor amargo que limita o consumo do grão) foi então lançada comercialmente garantindo um rendimento médio de grãos de aproximadamente 2,8 t ha<sup>-1</sup> (ROCHA, 2008; SPEHAR; SANTOS, 2002; SPEHAR et al. 2003).

A 'BRS Piabiru', cultivar registrada e disponível no mercado, foi à primeira indicação para o cultivo da quinoa no Brasil. Esta cultivar é oriunda da linhagem EC3, a qual foi selecionada de uma população procedente de Quito (Equador) a qual é ausente de saponina e decorridos de dois anos de ensaios de competição, com linhagens selecionadas. A partir de 1998, então foi recomendada da 'BRS Piabiru' (SPEHAR et al., 2007).

A espécie apresenta elevada capacidade adaptativa às mais variadas condições ecológicas, devido à grande variabilidade genética, podendo ser cultivada em diferentes ambientes, e ser uma alternativa de utilização em sistemas rotacionados de produção, em sucessão aos cultivos principais. Além disso, existe o benefício da relativa facilidade de obtenção e baixo custo de sementes aliado ao baixo consumo na semeadura (SPEHAR, 2003). Além da elevada qualidade nutricional dos grãos, a quinoa pode ser ainda cultivada com o propósito forrageiro e para proteção o solo em semeadura direta em virtude da expressiva produção em biomassa, podendo inclusive reduzir os custos da

cultura principal (SPEHAR et al, 2007).

## **2.2 Caracterização morfológica**

Trata-se de uma planta anual, com ciclo variável de acordo com a altitude e latitude do local onde é cultivada. Embora sendo originária de região de baixa latitude e alta altitude é classificada como planta de dias curtos, respondendo a mudanças na temperatura, onde o ciclo da cultura é determinado pela relação entre temperatura/fotoperíodo (MORAES FILHO, 2013). Há relatos do seu cultivo desde o nível do mar até uma altitude de 3800 m, conseguindo crescer e desenvolver-se em diferentes tipos de solos, sendo que nas condições do Brasil Central seu ciclo varia de 80 a 150 dias e a estatura das plantas apresenta em média 1,90m de altura. A diferenciação floral acontece 30 dias após a emergência, e após 45 dias ocorre à antese.

O sistema radicular das plantas de quinoa é pivotante, vigoroso, e profundo podendo chegar a 1,80 m, é bastante ramificado e fibroso, conferindo resistência a seca e estabilidade da planta. A coloração do caule pode variar do verde ao roxo, com estrias. A presença de grânulos de oxalato de cálcio é bastante evidente e benéfico, pois regulam a temperatura foliar por reter à umidade e refletir os raios solares (MUJICA-SANCHEZ et al., 2001).

Quanto ao tipo de inflorescência é classificada como amarantiforme (quando os glomérulos são alargados e o eixo central tem numerosos ramos secundários e terciários) e glomerulada (grupos compactos e esféricos com pedicelos curtos e muito juntos) (GANDARILLAS, 1967). As flores são pequenas, incompletas, sésseis e de mesma cor que as sépalas, podem ser hermafroditas, pistiladas ou macho-estéreis, os estames têm filamentos curtos, terminando em anteras basifixas; o estilo tem dois ou três estigmas alados (MUJICA-SANCHEZ, 2001). Os frutos são do tipo aquênio, amadurecendo no período em que a planta seca, propiciando assim que se realize colheita mecanizada. Os frutos não possuem dormência, são pequenos e achatados (TAPIA, 1997; WAHLI, 1990). O perisperma é o principal tecido de reserva da semente, o que corresponde ao endosperma nas sementes de cereais, e por ser bastante similar com estes quanto à composição organo-mineral é denominada “pseudocereal” mesmo sem pertencer à mesma família botânica (SPEHAR,

2002).

### 2.3 Cultivo da quinoa

A quinoa é uma planta extremamente produtiva, pois a relação de produção de grãos e de massa seca é inversamente proporcional dependendo das condições de climáticas, principalmente umidade e temperatura. Sua capacidade de produção é em media é de 3,0 t ha<sup>-1</sup> de grãos e quase 7,0 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, segundo Carbone-Risi (1986).

Em casos em que não se realize adubação a quinoa pode produzir aproveitando resíduos de outras culturas, apesar disso quando se adiciona outros nutrientes principalmente NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), nota-se um expressivo incremento de rendimento tornando a correção do solo tanto em calagem quanto em adubação compensatória para o cultivo. Possui também o potencial de reciclagem de nutrientes constituindo uma excelente opção de cultura visando renovação do solo e de matéria orgânica (SPEHAR et al., 2007). Pode ser cultivada em sequência à soja (*Glycine max*) ou o milho (*Zea mays*), sugerindo-se como adubação de base entre 60 e 100 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, já a aplicação de nitrogênio é recomendada na quantidade de 60 Kg ha<sup>-1</sup>, devendo ser parcelado (metade deve ser disponibilizada na semeadura e o restante aos 45 dias após a emergência) (SPEHAR, 2007).

Quanto à densidade de semeadura a recomendação que se tem disponível é a utilizada no Bioma Cerrado Brasileiro (400.000 plantas ha<sup>-1</sup>), já que em estudos realizados com maior densidade não se constatou diferenças no rendimento, justificado pela ramificação das plantas em menor população (SPEHAR, 2007).

De maneira geral, em virtude de sua variabilidade genética, a quinoa tem habilidade para se desenvolver nas mais diversas condições de ambientes (SPEHAR, 2007). O cultivo desta espécie é possibilitado em diferentes valores de altitude, variados tipos de solo, níveis de pH e baixa pluviosidade, sendo que o desempenho da cultura é influenciado por estes fatores (BHARGAVA et al., 2005; BRADY et al., 2007).

Em referência ao pH a cultura se adequa em solos com valores próximo de

4,5 até próximo a 10; além disso a planta apresenta bom desenvolvimento sob condições moderadamente elevadas de salinidade (SPEHAR, 2007).

A quinoa possui uma característica relevante quanto a tolerância ao estresse, pois apresenta tolerância à seca, já que possui baixa necessidade hídrica. No entanto há relatos que o suprimento de água pode promover efeitos significativos sobre o rendimento da cultura (OELKE et al., 1992).

A temperatura e o fotoperíodo são para a maioria dos vegetais, os principais fatores ambientais que influenciam o seu desenvolvimento. A temperatura entre 12 e 20°C é apontada como a faixa ótima, no estágio de ramificação, por exemplo, porém durante o estágio fenológico de florescimento e enchimento de grãos apresenta maior suscetibilidade (WAHLI, 1990).

Sabe-se que o controle de plantas daninhas é de suma importância para que se consiga garantir que o potencial de produção seja expresso, pois estas interferem negativamente na produtividade da cultura, porque influenciam nos tratamentos culturais, competem por água, luz e nutrientes e espaço, e ainda servem de fonte de inóculo e alelopatia (DA COSTA DUARTE et al., 2016). No entanto ainda não existe registro de herbicidas recomendados para o cultivo da quinoa no Brasil, para tanto à prática cultural manual (capina) representa uma importante ferramenta no controle de plantas daninhas (BHARGAVA et al., 2005).

Neste sentido algumas medidas são adotadas, como utilizar uma alta densidade populacional assim assegurando um bom estande inicial de plantas, o que permite cobertura mais rápida do solo, e conseqüentemente a redução da competição com plantas daninhas por água e nutrientes. Com respeito à temperatura a cultura demanda de temperatura mínima para germinação de 5°C, suportando geadas que não sejam inferiores a -5°C e precipitação mínima de 400 mm durante o ciclo (SPEHAR; ROCHA, 2009).

## **2.4 Utilização e consumo**

A quinoa se destaca particularmente por ser fonte de proteína de boa qualidade, que é comparável à caseína do leite e está presente no grão, folhas, bem como nas inflorescências da planta. Outra característica relevante relacionada à sua utilização na alimentação humana é a ausência de glúten na sua composição, adequando-se perfeitamente a dieta de pessoas celíacas

(SPEHAR, 2007).

A qualidade nutricional da quinoa se destaca ainda por possuir lisina, um aminoácido ausente nos cereais, além de possuir melhor distribuição de aminoácidos essenciais, e ainda por apresentar quantidades elevadas de vitaminas como riboflavina, niacina, tiamina, B6, e minerais como magnésio, zinco, cobre, ferro, manganês e potássio (BORGES et al., 2003; FERREIRA et al., 2004). Neste contexto vale destacar que os aminoácidos essenciais possuem relevante papel no sentido de amenizar/combater a desnutrição, pois a quinoa é o único alimento vegetal que fornece todos os aminoácidos essenciais para a vida humana e valores perto dos estabelecidos pelo Food and Agriculture Organization (FAO) (MUJICA-SANCHEZ et al., 2001), de acordo com Bhargava et al. (2005), os grãos desse pseudocereal apresentam maior teor de fibras em comparação com o arroz, trigo e milho. Na tabela 1 é possível verificar a superioridade especialmente em termos de proteína e fibra alimentar em comparação com o arroz (*Oryza sativa*), por exemplo, o qual é o principal cereal da alimentação humana no Brasil.

**Tabela 1-** Composição centesimal aproximada (% base seca) de quinoa, arroz, fubá de milho e farinha de trigo

Composição	Quinoa <sup>1</sup>	Arroz <sup>2</sup>	Fubá de milho <sup>2</sup>	Fubá de trigo <sup>2</sup>
Lípídeos	5,77	0,35	2,15	1,61
Proteína	16,12	8,3	8,13	11,26
Cinzas	2,83	0,58	0,68	0,92
Carboidratos totais	75,28	90,77	89,04	86,21
Fibra alimentar	9,59	1,84	5,31	2,64

Fonte: <sup>1</sup>Wright et al. (2002), <sup>2</sup>NEPA (2011).

Os produtos que contêm quinoa podem ser além de tudo interesse para a saúde pública. A busca constante por alimentos variados e saudáveis motiva a demanda por alimentos com propriedades nutritivas e nutracêuticas. O amido da quinoa pode também ser um aditivo conveniente, pelo fato de ser mais estável, e ainda por atuar sem perder as características originais como espessante de alimentos e no congelamento destes (SPEHAR, 2006).

As folhas das plantas de quinoa são consumidas como o espinafre (*Spinacea oleracea*), sendo fontes superiores de proteínas, fibras, minerais e vitaminas. É indicado que para utilização no preparo de comidas seja realizada

em misturas com outras plantas ou em pratos que passem pelo cozimento com o intuito de diluir a quantidade de nitratos (TAPIA, 1997). A partir da diferenciação floral, os botões florais podem também ser consumidos (TAVÁREZ et al., 1995). A quinoa (planta inteira) é também utilizada para o fornecimento alimentar aos animais, em especial para o gado bovino, já que possui significativa quantidade de proteína e energia, como também boa palatabilidade (RÊGO, 2015).

Alguns produtos e subprodutos das folhas, talos e sementes da planta de quinoa são possibilidades de melhoria ao setor econômico em países que a produzem, visto que pode ser usadas para a extração de pigmentos, como as betacianinas. O talo é fonte de fibra para a produção de celulose e o grão fornece as saponinas, matéria-prima para a fabricação de cosméticos, itens de higiene, hormônios sintéticos, pesticidas, antibióticos, pasta de dente, sabões, detergentes, cervejas, extintores de incêndio, fotografias e na indústria farmacêutica. Pesquisas recentes provaram que também pode servir de coadjuvante na administração de vacinas de mucosa, como a vacina oral contra a pólio (LLANOS, 2011; MORAES, 2013).

## **2.5 Qualidade de sementes**

É muito importante que as sementes disponíveis no mercado tenham bom desempenho para assim garantir um estande desejável, ou seja, uniforme. Esta questão é imprescindível para o produtor, porque apenas sementes de elevado nível de qualidade poderão assegurar produções satisfatórias (PEREIRA et al., 2005).

A qualidade de sementes é o resultado da interação dos seus componentes, os quais caracterizam os seguintes atributos genético, físico, sanitário e fisiológico (FRANÇA-NETO, 2009).

O atributo genético engloba a pureza varietal, o potencial de produtividade, a resistência a pragas e moléstias, a precocidade, a resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros. Essas características são, em maior ou menor grau, influenciadas pelo meio ambiente e melhor identificadas examinando-se o desenvolvimento das plantas em nível de campo (MARCOS FILHO, 2015).

Já o atributo físico apresenta o grau de contaminação de um lote através da análise de pureza física, indica o

grau de umidade da semente em determinado momento, avalia também à ocorrência de danos mecânicos, que são identificados pela aparência, entre outros aspectos (FRANÇA NETO, 2009).

A qualidade de sementes no que se refere à sanidade é mais um atributo, que descreve o quão sadio elas são, se contêm insetos, fungos, vírus, bactérias ou se possuem tratamento com produtos químicos para que assim sejam reduzidos os efeitos maléficos das infecções/infestações (FRANÇA NETO, 2009).

Diversos fatores influenciam os atributos que definem qualidade a semente, os quais podem ocorrer em diferentes fases da produção de sementes, como, no campo, na operação de colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na semeadura, e por esta razão deve-se estabelecer um controle de qualidade tal que possibilite informações precisas especialmente acerca do vigor (FRANÇA NETO, 2009).

Á avaliação do vigor assim como a viabilidade e os valores de germinação fazem parte do quarto e último atributo que confere a qualidade de sementes. A perda do vigor das sementes pode estar atrelada a eventos iniciais da deterioração, os quais reúnem também mudanças na atividade respiratória das sementes que acabam afetando a capacidade germinativa, assim sendo destaca-se a avaliação do vigor através avaliação da atividade respiratória das sementes (MARINI et al., 2013; PESKE, VILLELA, MENEGHELLO, 2012).

### **3 CAPÍTULO I - Morfobiometria seminal, morfologia da germinação e da emergência de sementes de quinoa 'BRS Piabiru'**

#### **3.1 Introdução**

Um dos conteúdos mais importantes da botânica é a morfologia vegetal, pois este campo do conhecimento se estuda as formas e estruturas, assim viabilizando o conhecimento acerca das características morfológicas e ecofisiológicas das sementes, as quais são extremamente relevantes para a compreensão do ciclo de vida e crescimento de espécies (GONÇALVES; LORENZI, 2011; MOURÃO et al., 2002). Desta forma, é possível viabilizar e aperfeiçoar pesquisas relacionadas à avaliação de regeneração natural dos ecossistemas, análise do ciclo biológico, formas de manejo e definição de estratégias para a conservação das espécies e, inclusive no desenvolvimento de técnicas eficientes na produção (BATISTA et al., 2011).

A morfologia de plântulas em específico como aporte as pesquisas é realmente muito importante, pois os estádios de plântulas e mudas são considerados fases críticas do estabelecimento das espécies no ambiente (FERREIRA; BARRETO, 2015). Informações sobre os caracteres morfológicos de sementes concedem dados cruciais para identificação e conhecimento do comportamento das espécies em diferentes regiões, determinação da variabilidade da espécie, no estudo do tipo de dispersão e dos agentes dispersores, na interpretação dos testes de laboratório e o reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo e em fase de plântulas (DE

ALMEIDA et al., 2010; MELO; MENDONÇA; MENDES, 2009), principalmente de espécies pouco conhecidas.

Por ter sido introduzida a menos de 30 anos no Brasil ainda há poucos estudos morfológicos sobre a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Este pseudocereal possui grande potencial de cultivo, porém a produção ainda é limitada em função de alguns entraves, como por exemplo, a disponibilidade de apenas uma cultivar no Mercado (SPEHAR, 2006).

A espécie apresenta maior valor nutricional em comparação com os cereais tradicionais e excelente conteúdo de aminoácidos, óleo e proteína (REPO CARRASCO VALENCIA et al., 2010). Trata-se de uma espécie atualmente muito requisitada em razão das referidas características interessantes. Boa parte da população, por serem pessoas celíacas e/ou intolerantes à lactose insere em suas dietas este grão, já que não contem em sua composição o glúten, e possui fração proteica que se equipara a caseína do leite. Os grãos são classificados como uma alternativa promissora para a indústria de alimentos e rações e a planta adotada para o sistema lavoura-pecuária (SPEHAR; SANTOS, 2002; STRENSKE, et al., 2015).

Conforme o exposto é notório que as pesquisas com a espécie especialmente no que diz respeito à produção de sementes e avaliação da qualidade destas. Neste aspecto salienta-se o valor da morfobiometria seminal, pois características como a massa e tamanho permitem a diferenciação das sementes na formação de lotes mais homogêneos, possibilitando a uniformidade e o aprimoramento da emergência e vigor das sementes (ANDRADE et al. 1996, CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

À face da potencialidade apresentada pela quinoa, e dos benefícios da morfologia e morfobiometria vegetal, objetivou-se com este trabalho caracterizar aspectos morfobiométricos da semente, e de plântulas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) da cultivar BRS Piabiru durante a germinação e emergência.

### **3.2 Material e Métodos**

#### Localização

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de

Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS. Foram utilizadas sementes de quinoa, da cultivar BRS Piabiru. Sendo as sementes submetidas às análises:

#### Morfobiometria seminal

**Peso de Mil Sementes (PMS):** Foram utilizadas oito subamostras de 1000 sementes, provenientes da porção de sementes puras, pesando-se individualmente cada subamostra. Em seguida, foi calculado a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens. Quando o coeficiente de variação apresentou valor menor ou igual a 4 % multiplicou-se o peso médio obtido das oito subamostras por 10, obtendo-se o peso de 1000 sementes, em gramas (BRASIL, 2009).

**Grau de Umidade das Sementes:** Foi realizado pelo método padrão de estufa a  $105^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , onde duas subamostras de 5g, retiradas da amostra média, foram acondicionadas, em recipientes metálicos e colocadas em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$ , onde permaneceram durante 24 horas. O grau de umidade foi calculado com base no peso úmido. O resultado final foi obtido através da média aritmética das percentagens de cada uma das subamostras retiradas da amostra média e expresso com uma casa decimal, de acordo com as regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

**Caracterização Morfológica da Semente:** Para a caracterização morfológica das sementes, foi efetuada a análise das medidas biométricas das sementes. Para isso, foram selecionadas oito amostras, contendo 25 sementes cada, realizando assim a medição individual do comprimento (do ápice à base) e espessura (da parte dorsal à ventral) utilizando um paquímetro fornecendo leituras em mm, com precisão de duas casas decimais. Para cada uma das variáveis estudadas, foi calculada a média aritmética e unidades de dispersão.

Para melhor identificar as partes constituintes da semente de quinoa (tecido vivo e morto) foi realizada embebição em água por 40 minutos e posteriormente embebição em solução de tetrazólio (0,5 %) por 1 hora e trinta minutos, após estes procedimentos foram realizados com auxílio de lâminas os cortes, e através auxílio de lupa de mesa e microscópio estereoscópio as características externas e internas das sementes foram observadas em maiores detalhes.

Cortes transversais e longitudinais foram realizados com lâminas de aço

após hidratação e amolecimento das sementes. As partes constituintes das sementes foram desenhadas manualmente e devidamente classificadas.

## Morfologia da germinação e emergência de plântulas

### Caracterização Morfológica da germinação

Para avaliar o processo germinativo foram semeadas 200 sementes, distribuídas em 4 repetições de 50 sementes dispostas em caixas plásticas do tipo gerbox, e como substrato foi utilizado o papel mata borrão umedecido com volume de água destilada o equivalente a 2,5 a massa do substrato seco. Em seguida os gerbox (quatro repetições) foram acondicionados em germinador, à temperatura de 20°C, na presença de luz constante até a emissão da protusão da radícula (BORGES, 2017).

O critério para a definição do processo germinativo foi à identificação da emissão da primeira radícula. Assim sendo as ilustrações das fases iniciais da germinação foram realizadas manualmente, e com auxílio da lupa binocular foi possível registrar detalhes a seguir demonstrados. Os caracteres analisados nas descrições e a terminologia empregada foram de acordo com Alves et al. (2008), Brasil (2009), Cunha; Ferreira (2003), Feliciano et al. (2008), Ferreira et al. (2001) e Vidal; Vidal (2003).

### Caracterização Morfológica da emergência

Para o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas, foram semeadas 10 sementes de quinoa em rizotron (62 x 53x 10 cm), previamente preenchido com substrato comercial (S10 Beifort<sup>®</sup>), disposto em ambiente de laboratório, com temperatura média de 25°C. Ao primeiro dia após a semeadura (DAS) realizou-se a caracterização da emergência da primeira semente que apresentou a protrusão da radícula, posteriormente, a cada 3 dias foi feito desenhos das estruturas até a formação de uma planta. Os desenhos foram realizados do início ao fim com as mesmas sementes, onde foi caracterizado cada estrutura durante o desenvolvimento.

## **3.3 Resultados e discussão**

Na tabela 2 encontram-se os valores médios de comprimento e espessura das sementes de quinoa. As sementes de quinoa apresentaram comprimento médio de 2,05 mm e espessura média de 1,07 mm caracterizando-se como uma semente redonda, e achatada. Spehar; Santos (2002) afirmam que as sementes de quinoa têm forma cilíndrica, achatada e tamanho variando de 2 a 2,5 mm de diâmetro e 1,2 a 1,6 mm de largura, corroborando com os resultados desse trabalho.

Destaca-se que as sementes podem apresentar entre si uma intensa variabilidade biométrica. As diferenças de tamanho das sementes de quinoa, podem ser reflexo do processo de maturação, já que as sementes de quinoa podem apresentar diferentes estágios de maturação na planta e dentro do cacho.

O cacho da planta de quinoa, na qual sustenta as sementes, assemelham-se com os da planta de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e, da mesma maneira, apresentam diferentes níveis de maturação no cacho, com sementes de diferentes formatos e cores, entre amarelo e roxo (SPEHAR; CABEZAS, 2000).

**Tabela 2** - Média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variância (CV) da biometria de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).

Quinoa	Média (mm)	DP	CV (%)
Comprimento	2,05	0,059	2,9
Espessura	1,07	0,004	0,4

A variável tamanho (dimensões) das sementes é uma característica bastante importante do ponto de vista da classificação para determinação da qualidade fisiológica, e comumente vem sendo utilizada na multiplicação das diferentes espécies vegetais (FRAZÃO et al., 1983). Carvalho; Nakagawa (2012) afirmam que as sementes de maior tamanho, por exemplo, geralmente são mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas.

O conhecimento acerca disso ainda implica na otimização do beneficiamento, visto que esta é uma importante etapa da produção bem como para posterior comercialização das sementes, já que o beneficiamento é

necessário para remover contaminantes tais como: materiais estranhos (palha, ramos, torrões e insetos), semente de outras culturas e de plantas daninhas. Além disso, tal operação tem a finalidade de fazer a separação da semente por tamanho (PESKE, VILELLA, MENEGHELLO, 2012).

Durante as medições, as sementes de quinoa apresentavam teor de água em torno de 11% (Tabela 3). Um dos aspectos mais importantes que interferem nos grãos e sementes é o conteúdo de água, pois este exerce influência pronunciada nas propriedades físicas e químicas das sementes e possui grande relevância no que tange a manutenção da qualidade durante as diversas etapas, como a colheita, armazenamento e a comercialização. Assim, sendo as determinações frequentes do teor de água são indispensáveis para determinar procedimentos adequados a fim de diminuir os danos nas sementes, sejam eles pelo processo de deterioração ou pela ocorrência de doenças a estas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; PEDROSA et. al., 2014; RODRIGUES et al., 2016).

As sementes de quinoa apresentaram peso de mil sementes de 2,68g (Tabela 3), valor semelhante ao encontrado por Spehar et al. (2011) em que avaliou esta variável com a mesma espécie; linhagem BRS Syetetuba (2,5 – 3,3g).

**Tabela 03** - Grau de umidade (%) e Peso de mil sementes (g) de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).

Espécie	Grau de umidade (%)	Peso de mil sementes (g)
Quinoa	11	2,68

Com relação à caracterização seminal das estruturas externas e internas, é possível visualizar na figura 1 que as sementes de quinoa são envoltas com o pericarpo recobrando a semente, esta estrutura ainda pode ser chamada de testa ou tegumento. Esta mesma estrutura também foi identificada em trabalho realizado por Prego et al. (1998). Externamente, as sementes de quinoa apresentam, visivelmente, a micrópila, estrutura oriunda das camadas internas do óvulo (primina e secundina) que não se unem, e por fim a rafe, que nada mais é que uma “cicatriz” deixada pelo rompimento do funículo e da posição do

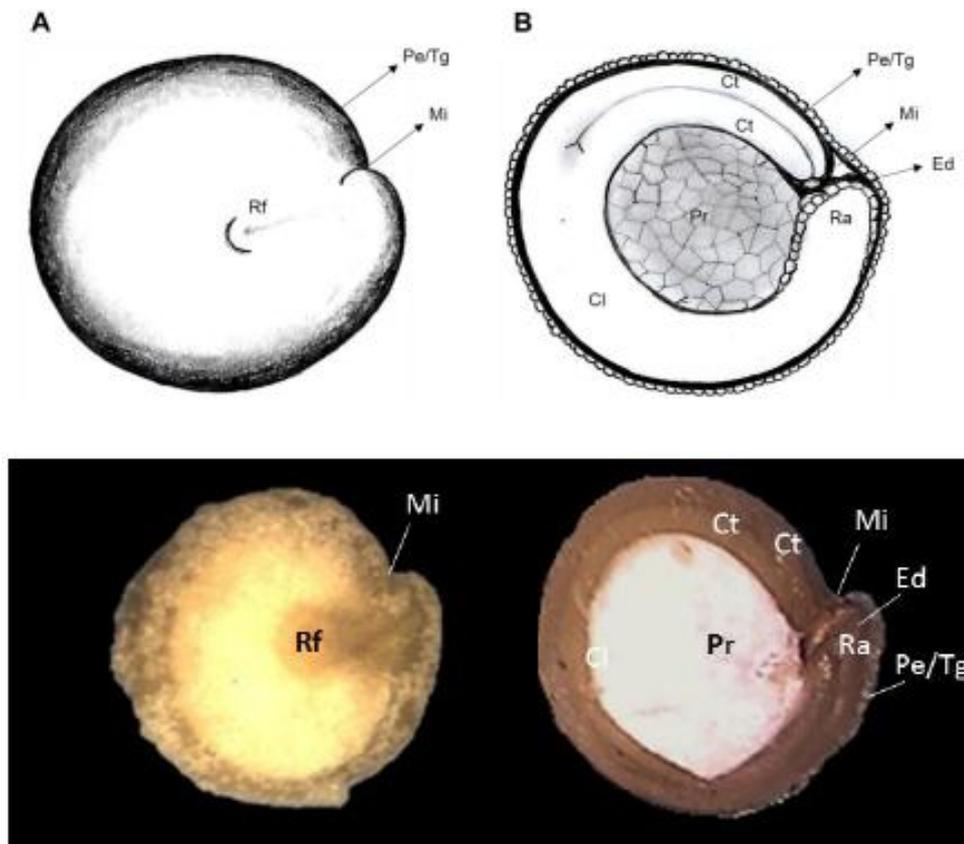
ovário na flor.

Trata-se de um fruto tipo aquênio, disposto em camadas como pericarpo e tegumento, respectivamente da região externa para interna e o formato pode ser classificado como arredondado (cilíndrico). A caracterização morfológica das sementes de quinoa ilustradas estão de acordo às apresentadas por Risi e Galwey (1989) com o mesmo gênero.

Internamente (Figura 1), encontra-se o perisperma, estrutura que é denominada como principal tecido de reserva nutricional da semente, correspondente ao endosperma nos grãos de cereais, e consiste, principalmente, de grânulos de amido (MUJICA et al., 2001; PREGO et al., 1998). O perisperma é um tecido morto, originado a partir do não consumo da nucela, camada de células altamente nutritivas, durante o desenvolvimento das estruturas das sementes e principalmente do embrião (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Além do perisperma, as sementes de quinoa ainda apresentam outros dois tecidos de reserva, dois cotilédones, tecido vivo que caracteriza esta espécie como uma angiosperma do tipo dicotiledônea. O outro, o menor entre os demais, o endosperma (Figura 1), origina-se da fecundação entre um dos núcleos espermáticos com os núcleos polares (MARCOS FILHO, 2015).

Segundo Prego et al. (1998) a semente de quinoa é classificada como sendo do tipo *campylotropous*, o que quer dizer quando o embrião é periférico e o corpo basal funciona como um tecido de reserva ou perisperma.



Fonte: Jefferson Cavalcante

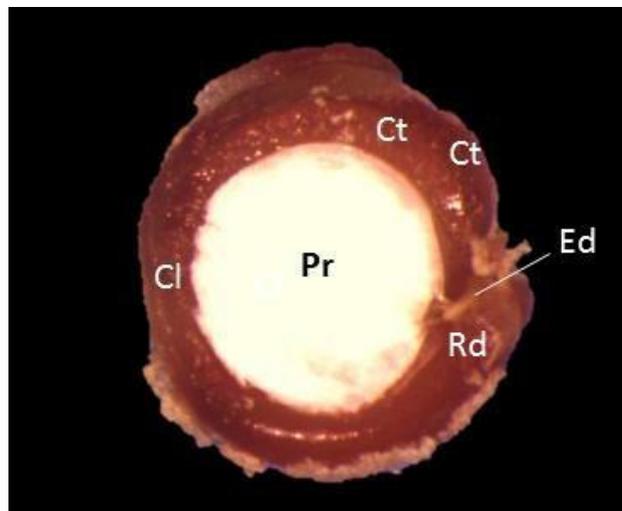
**Figura 01-** Caracterização seminal das estruturas externas (A) e internas (B) da semente de quinoa. Mi: micrópila; Pe= pericarpo; Tg= tegumento; Rf: rafe; Ct: caulículo; Ct: cotilédone; Ed: endosperma; Pr: perisperma; Ra: radícula.

Na figura 2, apresenta-se um corte longitudinal da semente de quinoa previamente submetida à imersão em solução de tetrazólio. As estruturas da semente que apresentaram coloração vermelho carmim, oportunizaram identificá-las como tecido vivo, como é o caso das estruturas que compõem o eixo embrionário (cotilédones, caulículo e radícula), isso, devido a atuação do sal de tetrazólio em reação à atividade respiratória. Além de caracterizar os tecidos vivos, aqueles tecidos que não coloriram, foram classificados como mortos, como é o caso do perisperma e endosperma.

O teste de tetrazólio trata-se de uma avaliação quanto à viabilidade e vigor de sementes com base na alteração de tecidos vivos, através da solução de cloreto de 2, 3, 5 trifenil tetrazólio, a qual incide na atividade do sistema de enzimas desidrogenases. A coloração acontece, pois a difusão do sal de tetrazólio nos tecidos da semente resulta na formação de um composto estável, insolúvel e não difusível de coloração avermelhada, denominada formazan. Este fato traduz a atividade respiratória significativa nos mitocôndrios, permitindo delimitar,

de forma pontual, o tecido que respira, ou seja, o tecido vivo e o que apresenta atividade fisiológica baixa ou inexistente, porque este permanece descolorido ou exibe coloração anormal (MARCOS FILHO, 2015).

A caracterização das estruturas internas da semente de quinoa via tetrazólio, pode ser de suma importância para o aprimoramento desse teste para esta espécie, já que um dos grandes desafios da padronização do teste de tetrazólio em espécies ainda pouco estudadas é a identificação das partes constituintes da semente, para que não sejam tomadas decisões errôneas por parte dos analistas de semente quando estiveram analisando a viabilidade.



Fonte: Jefferson Cavalcante

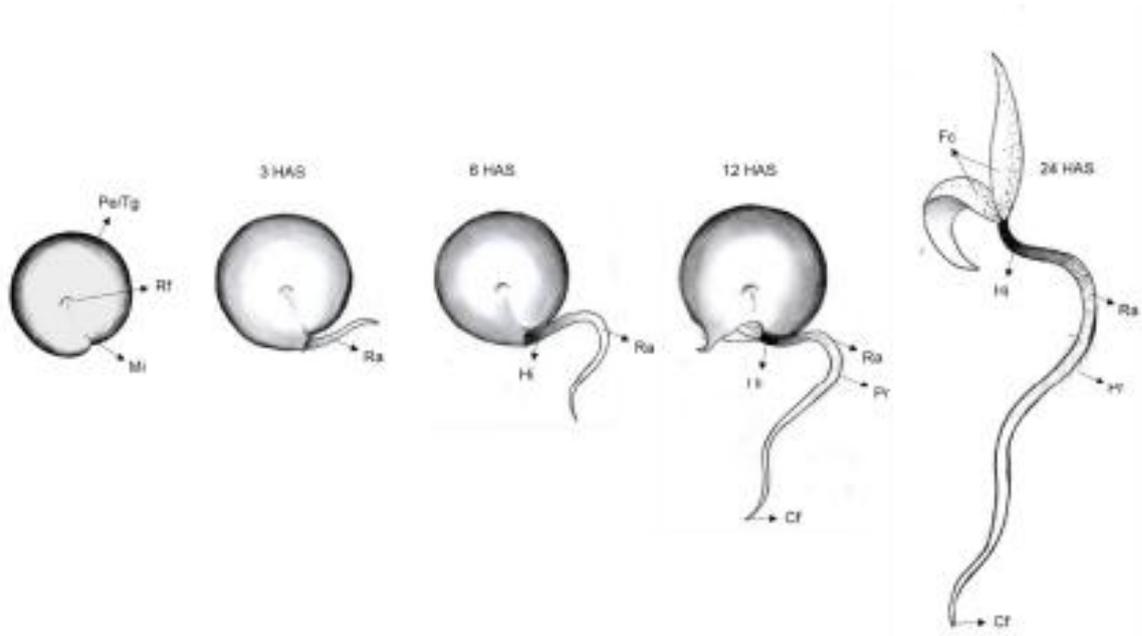
**Figura 02** - Caracterização dos tecidos da semente de quinoa submetida ao sal de tetrazólio.

No decorrer das observações constatou-se que o processo germinativo teve início com a protrusão da radícula seguido do surgimento do hipocótilo e pelos radiculares (Figura 3). É possível verificar que a raiz principal é expressiva, comprida e também possui coloração esbranquiçada.

Logo nas primeiras horas da germinação ocorreu a protrusão da radícula, em seguida, às 6 horas após a semeadura (HAS) observou-se o surgimento do hipocótilo e, posteriormente, aos 9 HAS constatou-se o surgimento dos primeiros pelos radiculares. Já as 12 HAS tem-se o aparecimento dos cotilédones e as 24 HAS a ruptura dos cotilédones do tegumento (Figura 3).

Segundo Beltrati; Paoli (2003) o cotilédone é a primeira ou cada uma das primeiras folhas da planta que se formam no embrião. Pode ter o aspecto de

folha (denominados foliáceos) e, após a germinação, ter função na fotossíntese, ou acumular reservas nutritivas, funcionando como um órgão de reserva (denominados armazenadores ou carnosos).



Fonte: Jefferson Cavalcante

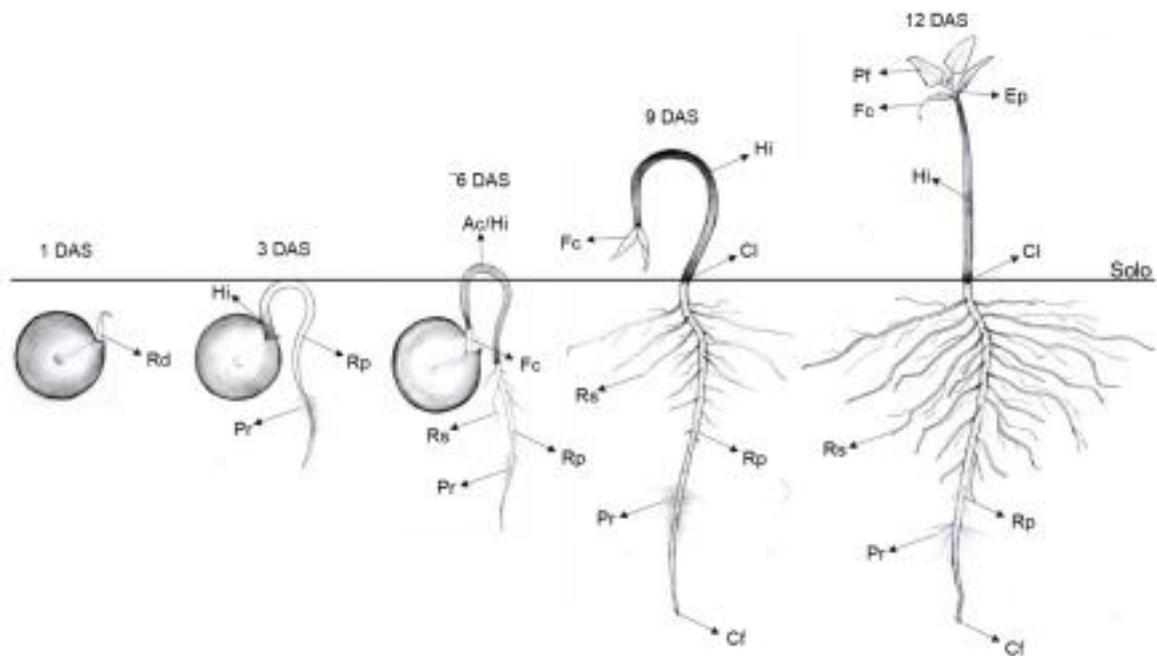
**Figura 03** - Caracterização morfológica durante a germinação de semente de quinoa. Mi: micrópila; Tg= tegumento; Rf: rafe; Cf: coifa; Fc: folha cotiledonar; Hi: hipocótilo; Pr: pelos radiculares; Ra: radícula.

No solo, em condições não controladas, as sementes de quinoa apresentaram protrusão da radícula logo no primeiro dia após a semeadura, 3 DAS observou-se a presença dos pelos radiculares e formação da alça cotiledonar a partir do desenvolvimento do hipocótilo. O rompimento da barreira física do solo até a superfície, foi constatada aos 6 DAS, como o aparecimento da alça. Além disso, foi observado o aparecimento das primeiras raízes secundárias (Figura 4).

Aos 9 DAS, constatou-se o aparecimento das folhas cotiledonares acima do solo, sustentada por um hipocótilo bem desenvolvido, e o aparecimento de novas raízes secundárias e da coifa, porém, ainda em estágio de plântula. A plântula é composta de um eixo, hipocótilo-radícula, um ou mais cotilédones e o primórdio caulinar. Os cotilédones são estruturas de fundamental importância para o desenvolvimento inicial do embrião (BELTRATI; PAOLI, 2003; RAVEN et al. 2001). Segundo Damião Filho (1993), plântula é uma planta jovem ainda dependente de reservas alimentares e, portanto, não completamente

autotrófica.

Já aos 12 DAS, observou-se a total formação de todas as estruturas que são essenciais para a caracterização da passagem do estágio de plântula para planta, já que as primeiras folhas primordiais, capazes de realizar fotossíntese e sustentadas pelo epicótilo, foram formadas (Figura 4). Nesse tempo, observou-se a formação de novas raízes secundárias, a caracterização da raiz principal e do colo e a percepção dos cotilédones foliáceos (Figura 4).



Fonte: Jefferson Cavalcante

**Figura 04** - Caracterização morfológica durante a emergência de semente de quinoa. Cf: coifa; Cl: colo; Ep: epicótilo; Fc: folha cotiledonar; Hi: hipocótilo; Pf: primórdio foliar; Pr: pelo radicular; Ra: radícula; Rp: raiz principal; Rs: raiz secundária.

A emergência da semente de quinoa caracteriza-se como epígea (Figura 4). As plantas classificadas como epígeas ou epigéias erguem seus cotilédones acima do nível do solo. Em plantas com germinação epígea, os cotilédones são levantados acima do solo pelo crescimento do hipocótilo (RESSEL et al., 2004).

De acordo com a classificação de plântulas proposta por Duke (1965) em função da relação cotilédono/tegumento, constatou-se que as plântulas de quinoa podem ser classificadas como fanerocotiledonar foliáceo. Nas plântulas fanerocotiledonares os cotilédones saem por completo do tegumento, e nas

criptocotiledonares estes permanecem envolvidos pelo tegumento.

### **3.4 Conclusões**

As sementes de quinoa da cultivar BRS Piabiru apresentam tamanho médio de comprimento de 2,05 mm e 1,07 mm de espessura. Peso de mil sementes de 2,68 g e umidade em torno de 11%. Externamente, possui o pericarpo como testa o hilo e a rafe. Internamente possui o eixo embrionário (cotilédones, radícula e caulículo) perisperma e endosperma. A germinação caracteriza-se como epígea do tipo fanerocotiledonar, com protrusão da radícula após 3 HAS e completa formação da plântula as 24 HAS. A emergência ocorreu aos 9 DAS e formação da planta aos 12 DAS.

### **Agradecimentos**

Em especial ao colega Engenheiro Agrônomo Doutorando do PPG Ciência e Tecnologia da UFPel – RS Jerffeson Araujo Cavalcante pela parceria nesta pesquisa, especialmente pela contribuição com seu talento com os desenhos aqui apresentados.

## **4 CAPÍTULO II - Potencial de produção e qualidade de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivadas em diferentes épocas de semeadura**

### **4.1 Introdução**

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) é uma planta anual pertencente a subfamília Chenopodiaceae com grande importância granífera, sendo considerada um pseudocereal ou pseudooleaginosa (LEÓN; ROSELL, 2007). Oriunda da Cordilheira dos Andes (SPEHAR; SANTOS, 2002), atualmente é cultivada principalmente na Bolívia, Peru, Estados Unidos, Equador, algumas áreas da Colômbia, Chile, Argentina (LEÓN; ROSELL, 2007) e América do Sul (MADL et al., 2006).

Conforme Walters et al. (2016), o grão da quinoa é rico em proteínas e contém um perfil de aminoácidos equilibrado comparado com grãos de cereais comuns. Não possui glúten em sua composição, além disso contém todos os aminoácidos essenciais para o ser humano, abrangendo lisina, isoleucina, leucina, fenilalanina, tirosina, treonina, triptofano, valina, histidina e metionina.

No Brasil a espécie começou a ser estudada e cultivada recentemente (meados dos anos 1990), concentrando-se na região do Brasil Central. De acordo com pesquisas realizadas com a quinoa no Paraná, a cultura pode ser uma alternativa de suplantação à agricultura da região durante a safrinha, nos períodos em que as chuvas registradas são em menor número e quantidade, além da temperatura ser em média menor que as registradas no verão (CARDOSO et al., 2004).

Para que a quinoa seja difundida, a fim de atingir o cultivo em larga escala é necessário que as pesquisas concentrem-se no manejo adequado em

função das condições ambientais locais. Pois se trata de uma espécie que sofre grande influência ambiental em seu rendimento, principalmente em função da precipitação e temperatura (ROCHA, 2008).

Os componentes de rendimento, duração do ciclo, bem como a produtividade são características importantíssimas para o sucesso dos cultivos e estas são fortemente influenciadas pelo manejo. Todavia, nenhuma prática cultural é mais importante do que a época de semeadura. (PEIXOTO et al., 2000; PELÚZIO et al., 2006).

A época de semeadura reúne um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, causando variações na produção e conseqüentemente na qualidade das sementes produzidas. Semeada em diferentes épocas, a cultivar expressa sua potencialidade em relação às condições do ambiente, que mudam no espaço (altitude e latitude) e no tempo (período do ano) (SPHEAR, 2006).

As espécies respondem diferencialmente ao ambiente e as indicações da melhor época para cada um deles devem ser precedidas de ensaios regionalizados. Embora à única cultivar de quinoa atualmente disponível no mercado (BRS Piabiru) no Brasil recomendada para as condições amplas de clima e ambiente sabe-se, de acordo com o exposto a imprescindibilidade de informações específicas à região de cultivo pretendida (SPHEAR, 2006). No que diz respeito a época de semeadura sobre a qualidade de sementes sabe-se que esta é uma questão que abrange vários fatores climáticos, que por sua vez interferem na formação e deterioração das sementes produzidas. Fatores abióticos ocorridos na maturidade fisiológica por exemplo, promovem a redução da massa seca de sementes, peso de 1.000 sementes, vigor, viabilidade e qualidade visual (PESKE; VILLELA, MNEGHELLO, 2012).

A deterioração das sementes ocorre durante e principalmente após a fase de maturação fisiológica, período em que as plantas estão em desenvolvimento e crescimento no campo (SPHEAR, 2006). Conforme esta situação faz-se necessário o conhecimento acerca da qualidade das sementes produzidas nas hastas primárias e secundárias para programar a colheita com vistas à produção de sementes de alta qualidade.

Assim sendo, com este trabalho o objetivo foi de avaliar o potencial de produção de sementes de quinoa cultivadas em diferentes épocas, bem como a

qualidade de sementes produzidas nas hastes primária e secundária das plantas de quinoa da cultivar BRS Piabiru, produzidas no sul do RS.

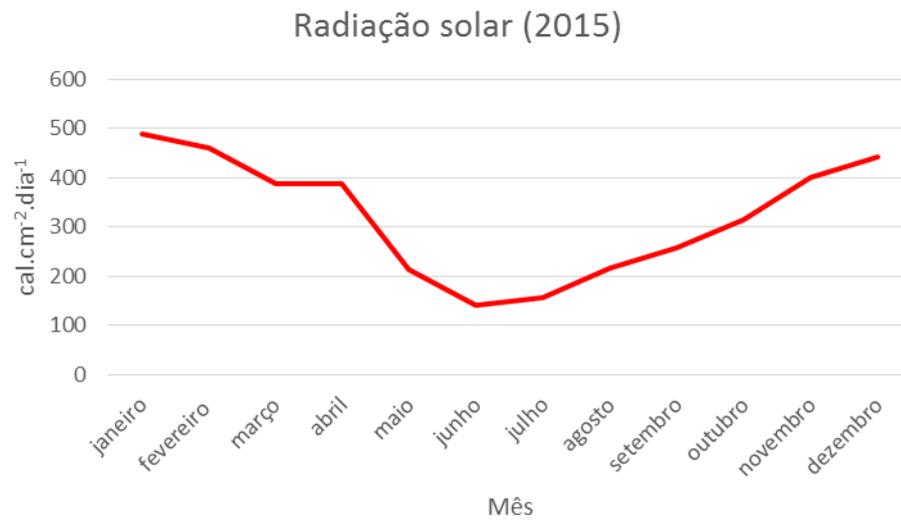
## 4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Sede de Pesquisa da Embrapa Clima Temperado em Pelotas na safra 2015/2016 e ano agrícola 2016, Rio Grande do Sul, latitude de 31°40'53,6"S, longitude de 52°26'23,5"W e altitude de 67,10 metros. O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Clima temperado, no ano agrícola 2015/16. A cultivar de quinoa utilizada foi a BRS Piabiru.

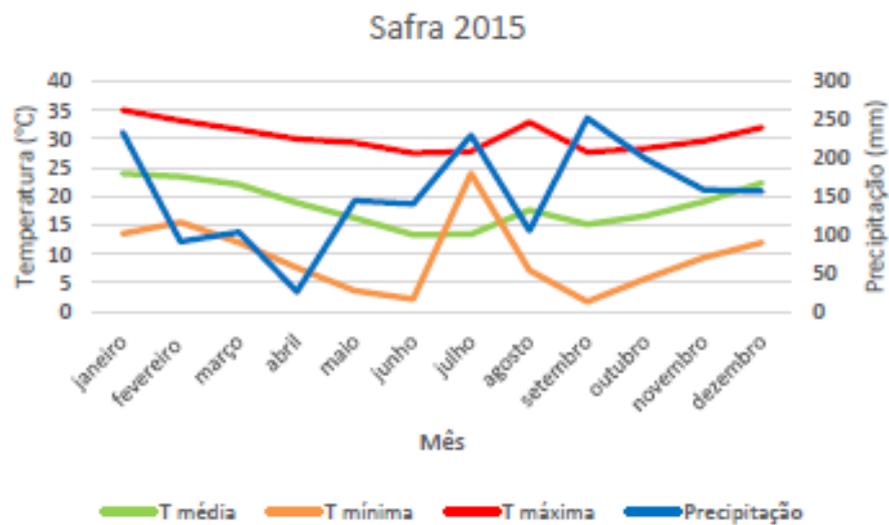
A classificação do clima, segundo Köppen, na região é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido sem estação seca definida com verões quentes (WREGE et al., 2011). Quanto ao solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008). Foi utilizado o delineamento experimental em blocos completos ao acaso, com quatro repetições.

As épocas de semeadura (outubro, novembro e dezembro, junho, julho e agosto 2015/2016), tiveram um intervalo de uma semeadura para outra de um período de 30 dias. Para tanto foi realizado dois experimentos em separado, ou seja, um durante tres meses no periodo mais quente da região (outubro, novembro e dezembro/2015) e o outro no período mais frio (junho, julho e agosto/2016). Cada parcela possuía 3x2 m, sendo que à o espaçamento entre linhas foi de 0,30m, mantendo-se 12 plantas.m<sup>-1</sup> linear. A semeadura foi realizada manualmente, em linhas, a uma profundidade de 3cm. Foi necessário realizar o controle de plantas daninhas, o qual foi efetuado por capina manual periodicamente.

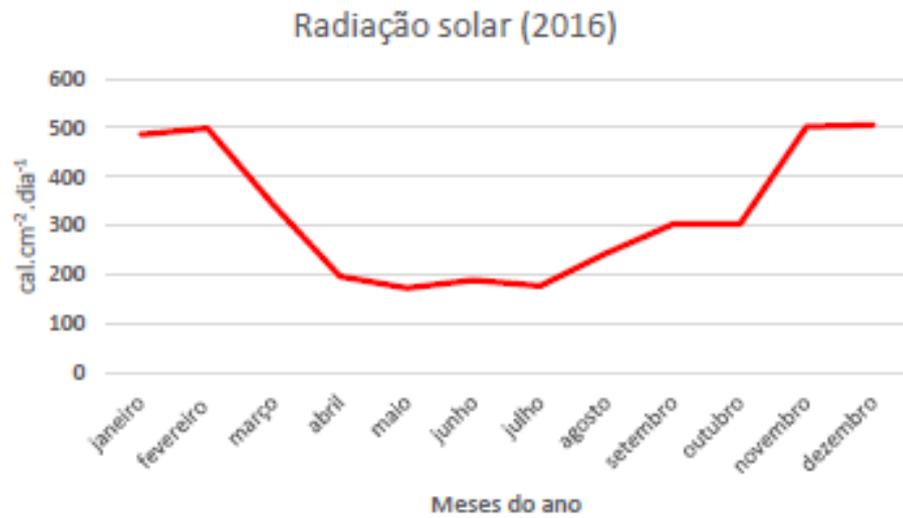
As variáveis meteorológicas temperatura do ar e precipitação mensal e radiação solar (Figuras 5, 6, 7 e 8) foram obtidas junto a Estação Agroclimatológica de Pelotas (Latitude: 31°52'00"S, Longitude: 52°21'24"W, Altitude: 13,24m), operada através de convênio entre a Embrapa Clima Temperado, a Universidade Federal de Pelotas e o Instituto Nacional de Meteorologia.



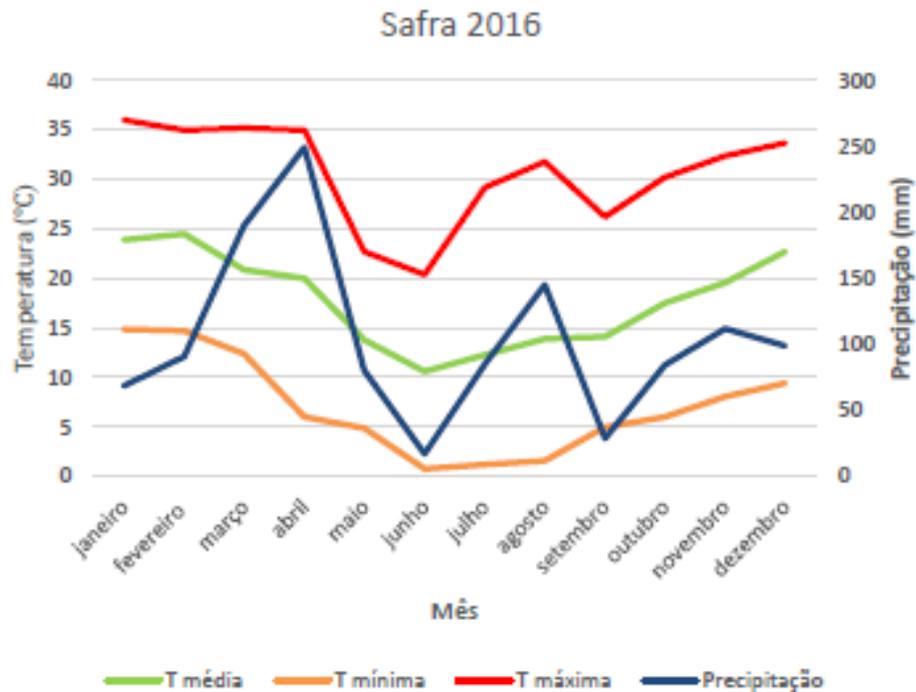
**Figura 05** - Valores médios de radiação solar no ano de 2015, de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.



**Figura 06** - Cenário climático do ano de 2015, incluindo as médias de temperatura mínima, média e máxima do ar de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.



**Figura 07** - Valores médios de radiação solar no ano de 2016, de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.



**Figura 08** - Cenário climático do ano de 2016, incluindo as médias de temperatura mínima, média e máxima do ar de cada mês. Fonte: Estação Agroclimatológica do Capão do Leão – RS.

Quanto à maturação das sementes sabe-se que é geralmente acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes segundo Aguiar et al. (1988), assim sendo esta avaliação foi realizada por análise visual continuamente durante o desenvolvimento das plantas.

As plantas foram colhidas no momento em que se verificou que a maior quantidade de sementes das panículas estão expondo-se para além dos perigônios – estruturas que envolvem as sementes).

Após as plantas foram levadas para a avaliação quanto aos caracteres agronômicos (massa fresca em gramas dos glomérulos da ramificação, massa fresca em gramas dos glomérulos da principal, massa fresca em gramas do caule da principal, massa fresca em gramas do caule da ramificação, massa fresca em gramas das folhas, massa seca em gramas dos glomérulos da ramificação, massa seca em gramas dos glomérulos da principal, massa seca em gramas do caule da principal, massa seca em gramas do caule da ramificação, massa seca em gramas das folhas, diâmetro do caule em centímetros – basal, diâmetro do caule – mediana, diâmetro do caule – ápice, altura da planta em centímetros, e comprimento da panícula em centímetros) e qualidade de sementes (germinação - %, teste de frio - %, envelhecimento acelerado - %, e emergência de sementes - % - principal e ramificação).

O material colhido, após as medições de acordo com a identificação das parcelas, foi seco em estufa de renovação/circulação de ar forçada, à temperatura de 65°C, até atingir peso constante. Após atingir peso constante, o material foi devidamente pesado, obtendo-se o peso total de matéria seca: em seguida as sementes foram trilhadas (através do conjunto de peneiras "Granutest®") retirando-se as impurezas.

No que se refere à qualidade fisiológica das sementes foram realizadas as seguintes análises:

Germinação (G) – foi realizada com quatro repetições de 50 sementes, empregando duas folhas de papel mata-borrão, umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel seco; o germinador no qual as sementes foram dispostas foi ajustada a 20°C e as avaliações foram realizadas aos 4 e 6 dias após a semeadura (BORGES, 2017)

Envelhecimento acelerado (EA) - foram utilizadas caixas tipo "gerbox",

como compartimento individual (minicâmara), possuindo em seu interior uma bandeja com tela de alumínio onde as sementes, após pesagem (0,5 mg) foram distribuídas de maneira a formarem camada uniforme. Dentro de cada compartimento individual, foram adicionados 40 mL de solução (11g de NaCl/100 mL de água); as caixas foram mantidas em câmara do tipo BOD, a 41°C por 72h. Em seguida, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo avaliadas após quatro dias e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (BORGES, 2017)

Teste de frio (TF) - conduzido com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel mata-borrão dentro de caixas plásticas tipo gerbox, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Logo após, as caixas foram levadas para BOD nas temperaturas de 2°C por período de 5 dias. Após, as sementes foram transferidas para germinador, a 20°C, por quatro dias e, em seguida, efetuaram-se as contagens de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BORGES, 2017).

Emergência (E) - foi realizada utilizando quatro sub-amostras de 100 sementes, semeadas em canteiro de 5,0 x 1,2 x 0,9 m e preenchido com solo coletado do horizonte A1 de um Planossolo Háplico eutrófico solódico. A semeadura foi equidistante e na profundidade de 0,03m. Aos 14 dias após a semeadura foi contabilizado o número de plântulas emergidas e os resultados expressos em percentagem.

Para realização dos testes foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, os dados relativos às variáveis mensuradas serão submetidos à análise de variância e as médias.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio de programa estatístico RStudio. Os dados de massa fresca foliar sofreram transformação de raiz quadrada  $\sqrt{(x+k)}$  onde  $k=0.5$ , e os dados de massa fresca do caule da ramificação, massa fresca das folhas, massa seca dos glomérulos da ramificação, massa seca dos glomérulos da principal, massa seca do caule principal, massa seca caule ramificação, massa fresca dos glomérulos da ramificação e comprimento da panícula do segundo experimentos (semeadura nos meses junho, julho e agosto) sofreram transformação logarítima (base 10)  $\log x$ .

### 4.3 Resultados e Discussão

Houve diferença significativa da época de semeadura (novembro, dezembro e janeiro de 2015/2016) de quinoa sobre a massa fresca dos glomérulos da ramificação, massa fresca dos glomérulos da principal, massa fresca do caule da principal, massa fresca do caule da ramificação, e massa fresca das folhas (Tabela 4).

À influência constatada da época de semeadura sobre tais variáveis pode ser fundamentada pelo fato de que esta espécie é classificada como planta de dias curtos, sofrendo alterações de acordo com a radiação solar (Figura 1) disponível no período do desenvolvimento e crescimento da espécie no campo (CARBONE-RISI, 1986; NELSON, 1968).

**Tabela 04** - Valores médios da massa fresca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MFGR), massa fresca dos glomérulos da principal (MFGP), massa fresca do caule da principal (MFCP), massa fresca do caule da ramificação (MSCR), e massa fresca das folhas (MFF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura, em Pelotas – RS, 2015/2016

	MFGR (g)	MFGP(g)	MFCP(g)	MFCR(g)	MFF(g)
<b>Novembro</b>	97,88a	40,81a	101,41a	42,04a	40,49a
<b>Dezembro</b>	44,61b	34,09a	52,96b	44,61a	43,69a
<b>Janeiro</b>	8,64c	13,39b	49,96b	5,71b	5,16b
<b>Média</b>	50,38	29,43	68,11	30,79	29,78
<b>CV (%)</b>	20,95	38,23	38,18	22,67	27,56

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Somente a produção instalada no mês de novembro proporcionou valores significativamente maiores (para todas as variáveis da Tabela 4), sendo que o mês janeiro diferiu estatisticamente apresentando influência negativa também em todas as variáveis (Tabela 4). Isto indica que a combinação de altas temperaturas e relativa baixa precipitação especialmente no início do desenvolvimento (estabelecimento) da quinoa pode ter interferido negativamente no potencial de desenvolvimento das plantas desta espécie.

Na Tabela 5 observa-se que as mesmas variáveis citadas anteriormente, mas agora quanto ao valor de massa seca mantiveram o comportamento com relação à época semeada, ou seja, o mês de janeiro

proporcionou valor estatisticamente menor em relação a novembro e dezembro, somente para massa seca das folhas o mês de dezembro conferiu valor estatisticamente semelhante. É importante destacar que a massa seca das folhas revela muito sobre a tomada de decisão da época adequada para semeadura visando à produção de sementes, pois as folhas são as principais fontes de açúcares produzidas na fotossíntese que por sua vez influenciará na produtividade e qualidade das sementes produzidas (MARCOS FILHO, 2015).

**Tabela 05** - Valores médios da massa seca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MSGR), massa seca dos glomérulos da principal (MSGP), massa seca do caule da principal (MSCP), massa seca do caule da ramificação (MSCR), e massa seca das folhas (MSF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura, em Pelotas – RS

	<b>MSGR (g)</b>	<b>MSGP(g)</b>	<b>MSCP(g)</b>	<b>MSCR(g)</b>	<b>MSF(g)</b>
<b>Novembro</b>	23,57a*	18,12a	44,63a	29,21a	7,37a
<b>Dezembro</b>	13,57a	14,22a	32,96a	22,73a	2,69b
<b>Janeiro</b>	2,34b	4,15b	12,77b	1,35b	1,05b
<b>Média</b>	13,16	12,16	30,12	17,76	3,70
<b>CV (%)</b>	33,18	24,82	10,9	52,92	29,57

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A semeadura realizada no mês de dezembro e janeiro diferiram estatisticamente do mês de novembro quanto massa seca das folhas (Tabela 5). Com isso pode-se afirmar que estes meses não devem ser recomendados para semeadura da espécie, já que esta variável apresentou-se inferior e a importância deste valor é determinante a produção de fotoassimilados, os quais serão carregados às sementes em formação (PESKE, VILLELA, MENEGHELLO, 2012).

Na Tabela 6 constam os dados analisados quanto aos caracteres agrônômicos. Foi avaliado diâmetro do caule (região basal, mediana e ápice das plantas) onde apenas os dados relativos ao diâmetro da região basal evidenciaram diferenças significativas às épocas de semeadura. O mês de novembro e janeiro demonstraram influência negativa, ou seja, valores inferiores. Salientando que o rendimento de grãos/sementes varia conforme genótipo e variáveis como diâmetro do caule, altura da planta, comprimento da panícula, entre outros (ROJAS; PINTO, 2013).

Há relatos de que as plantas de quinoa podem chegar a dois metros de

altura, no entanto em trabalho realizado por Soares de Vasconcelos et al., (2012) com a mesma cultivar utilizada no presente trabalho, porém na região central do Brasil o valor médio encontrado foi de 65 cm, inferior as plantas produzidas aqui na região sul do Rio Grande do Sul, as quais mediram entre 114,0 a 153,9 cm) (Tabela 6). Estes autores afirmam que os resultados relativos à altura de plantas evidenciam a relação entre temperatura no estágio vegetativo e o desenvolvimento das mesmas.

O comprimento da panícula, de forma geral, se encaixou a faixa de valores já encontrados (15 a 70 cm) por Hunziker (1943). Nesta pesquisa os maiores valores foram de 36,3 cm na semeadura do mês de dezembro seguido da semeadura de novembro, com 32,0 cm.

**Tabela 06** - Diâmetro do caule – basal (DCB), Diâmetro do caule – mediada (DCM), Diâmetro do caule – ápice (DCA), Altura da planta (AP), e Comprimento da panícula (CP) em centímetros produzidas em três épocas de semeadura. Pelotas – RS, 2015/2016

	<b>DCB (cm)</b>	<b>DCM (cm)</b>	<b>DCA (cm)</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>CP (cm)</b>
<b>Novembro</b>	1,1ab*	0,8	0,6	116,4b	36,3a
<b>Dezembro</b>	1,1a	0,8	0,5	153,9a	32,0a
<b>Janeiro</b>	0,8b	0,6	0,4	114,0b	20,1b
<b>Média</b>	1,0	0,73 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	128,1	29,47
<b>CV (%)</b>	26,98	35,44	33,99	16,26	4,17

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F.

De maneira geral, as sementes oriundas das épocas de semeadura testadas desenvolveram-se bem, propiciando a realização da avaliação fisiológica das sementes a posteriori. Para tanto, foram realizados os testes de germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado e emergência (Tabela 7).

Com relação à viabilidade das sementes provenientes da haste principal conclui-se que o resultado foi satisfatório, ou seja, as sementes atendem a legislação vigente para a comercialização de sementes (mínimo de 80%). O mesmo não ocorreu para as sementes provenientes das ramificações das plantas, pois os valores ficaram entre 63 e 75% de germinação (Tabela 7).

As plantas de quinoa apresentam alta capacidade de ramificação, na condição de cultivo em baixas densidades populacionais. Entretanto, o processo de maturação das sementes de quinoa é bastante desuniforme entre as

panículas de hastes primárias e secundárias e dentro da mesma inflorescência (SPEHAR, 2006). Diante disso é de grande importância o conhecimento sobre a qualidade das sementes produzidas nas hastes primárias e secundárias (ramificações) para programar a colheita com vistas à produção de sementes de alta qualidade. Neste experimento não verificaram diferenças significativas quanto ao potencial de germinação entre as épocas de semeadura, somente entre a haste principal e ramificações.

No que diz respeito à avaliação do vigor das sementes produzidas (testes de frio, envelhecimento acelerado e emergência) observa-se ainda na Tabela 7 que houve interação entre as sementes produzidas em diferentes épocas e local na planta (haste principal e ramificações).

O teste de frio distinguiu quanto ao vigor apenas para as sementes oriundas das ramificações das sementes da época de novembro (estas apresentando valor estatisticamente inferior). No entanto devido à quinoa ser originária de regiões de baixas temperaturas, tolerando temperaturas de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , assim sendo teste para avaliação o vigor das sementes de quinoa utilizando-se baixas temperaturas podem não ser adequados já que mesmo a  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a germinação acontece satisfatoriamente (FAO, 2011).

Dentre os testes disponíveis o envelhecimento acelerado, é um dos mais sensíveis e eficientes para à avaliação do vigor de diferentes espécies (MARCOS FILHO, 2015). Neste experimento o referido teste mostrou que as sementes produzidas nas três épocas e nos dois locais avaliados possuem alto valor de vigor, porém diferiu apenas nas sementes das ramificações a partir da semeadura no mês de janeiro.

Os valores de emergência corroboraram com os dados de vigor dos testes de frio quanto às sementes da haste principal das diferentes épocas em comparação com as das ramificações, contudo no valor referente as sementes produzidas das ramificações no mês de dezembro são de menor qualidade em comparação aos meses de novembro e janeiro.

O teste de emergência é uma importante avaliação para obtenção do conhecimento do vigor, pois este embora demorado retrata as condições reais da semeadura. Se executado adequadamente, fornecerá a capacidade do lote em estabelecer-se, dando subsídios necessários ao cálculo da quantidade de sementes a ser utilizada para obtenção de uma população ou estande de

plantas desejável (NAKAGAWA, 1994).

**Tabela 07-** Porcentagem de Germinação (G), Teste de frio (TF), Envelhecimento acelerado (EA), e Emergência (E) de sementes (haste principal e ramificação) produzidas em três épocas de semeadura (novembro, dezembro e janeiro). Pelotas – RS, 2015/2016

Variável	Local na planta	Época			Média
		Novembro	Dezembro	Janeiro	
G (%)	Principal	80*	87	81	82a
	Ramificação	63	75	70	69b
	Média	71 <sup>ns</sup>	81 <sup>ns</sup>	76 <sup>ns</sup>	
	CV (%)	10,68			
TF (%)	Principal	86aA	96aA	91aA	91
	Ramificação	65bB	95aA	93aA	84
	Média	75	95	92	
	CV (%)	6,47			
EA (%)	Principal	95aA	98aA	98aA	97
	Ramificação	100aA	96aA	72bB	89
	Média	97	97	85	93
	CV (%)	5,1			
E (%)	Principal	92,5aA	100aA	70aB	88
	Ramificação	55bB	65bAB	80aA	67
	Média	74	83	75	
	CV (%)	13,93			

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F.

Num segundo momento, foi realizado outro experimento com o mesmo delineamento experimental que o anterior e também com as mesmas avaliações, contudo em épocas distintas (meses de junho, julho e agosto). Esta proposta foi desenvolvida a fim de avaliar a produção/qualidade de sementes nos meses do inverno no Sul do Rio Grande do Sul, já que este é um período em que pouca se explora os cultivos, em função dos limitantes do clima. Como se pode verificar nas figuras 8 e 9 são meses de temperaturas bastante baixas e também de radiação solar menor.

Na avaliação de massa fresca dos glomérulos da ramificação, massa fresca dos glomérulos da principal, e massa fresca do caule da ramificação não houve diferença significativa quanto aos meses de semeadura. Todavia ao observarmos na Tabela 8 os valores da massa fresca do caule da principal o mês de julho proporcionou valor significativamente menor. Já para os valores de

massa fresca das folhas, nota-se que o mês de junho proporcionou valor estatisticamente maior.

**Tabela 08** - Valores médios da massa fresca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MFGR), massa fresca dos glomérulos da principal (MFGP), massa fresca do caule da principal (MFPCP), massa fresca do caule da ramificação (MSCR), e massa fresca das folhas (MFF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto), em Pelotas – RS, 2016

	MFGR (g)	MFGP (g)	MFPCP (g)	MSCR (g)	MFF (g)
<b>Junho</b>	4,17*	4,54	7,48a	4,33	9,54a
<b>Julho</b>	1,19	3,86	3,04b	1,58	2,89b
<b>Agosto</b>	4,05	5,04	5,60a	4,76	6,71ab
<b>Média</b>	3,14 <sup>ns</sup>	4,48 <sup>ns</sup>	5,37	3,56 <sup>ns</sup>	6,38
<b>CV (%)</b>	90,62	41,15	33,71	89,58	62,44

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F.

No tocante as variáveis relacionadas à massa da matéria seca (Tabela 9) o mês de junho proporcionou valor significativo maior quanto à massa seca do caule da principal.

**Tabela 09** - Valores médios da massa seca (em gramas) dos glomérulos da ramificação (MSGR), massa seca dos glomérulos da principal (MSGP), massa seca do caule da principal (MSCP), massa seca do caule da ramificação (MSCR), e massa seca das folhas (MSF), da cultura da quinoa, em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto), em Pelotas – RS, 2016

	MSGR (g)	MSGP (g)	MSCP (g)	MSCR (g)	MSF (g)
<b>Junho</b>	0,88*	1,24	3,04a	0,72	1,53a
<b>Julho</b>	0,43	1,19	1,08b	0,52	0,46b
<b>Agosto</b>	0,95	1,39	1,65b	1,05	1,04ab
<b>Média</b>	0,75 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	1,92	0,76 <sup>ns</sup>	1,01
<b>CV (%)</b>	90,27	45,08	44,03	85,9	59,61

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F.

Ao que se refere diâmetro do caule da região basal e mediana (Tabela 10) não ocorreu diferença estatística, já com relação à região apical é possível constatar que o mês de junho se destacou apresentando o maior valor (0,52 cm).

A altura de plantas foi notadamente inferior ao potencial de crescimento na

região (Tabela 10), já que o valor maior neste experimento encontrado (67,82 cm no mês de junho) representa aproximadamente 44% do maior valor verificado no mês de dezembro no experimento anterior (153,9 cm). Os meses de julho e agosto apresentaram valor significativo inferior.

Já o comprimento da panícula foi afetado negativamente pelos meses de junho e julho, enquanto o mês de agosto proporcionou maior comprimento (18,4 cm). Uma questão que pode ser uma razão para este dado é a diminuição do valor de precipitação neste mês, comparado com junho e julho (Figura 8).

**Tabela 10** - Diâmetro do caule – basal (DCB), Diâmetro do caule – mediada (DCM), Diâmetro do caule – ápice (DCA), Altura da planta (AP), e Comprimento da panícula (CP) em centímetros produzidas em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto). Pelotas – RS, 2016

	<b>DCB (cm)</b>	<b>DCM (cm)</b>	<b>DCA (cm)</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>CP (cm)</b>
<b>Junho</b>	0,45	0,48	0,52a	67,82a	11,6b
<b>Julho</b>	0,47	0,37	0,25b	49,14b	13,2b
<b>Agosto</b>	0,52	0,43	0,33b	59,73ab	18,4a
<b>Média</b>	0,48 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,37	58,89	14,4
<b>CV (%)</b>	35,44	25,84	36,89	17,11	24,43

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F.

Neste experimento as avaliações quanto à qualidade das sementes produzidas não mostraram interação estatística e tampouco diferenças significativas com relação ao local (haste principal e ramificações), exceto ao teste de envelhecimento acelerado (Tabela 11).

Assim como nos meses mais quentes, as sementes produzidas nos meses mais frios (junho, julho e agosto) apresentaram-se viáveis e com valores satisfatórios de germinação (entre 81 e 97%).

O teste de envelhecimento acelerado mostrou que ambos os locais na planta (haste principal e ramificações) no mês de julho apresentaram maior vigor (87 e 98%).

**Tabela 11** - Porcentagem de Germinação (G), Teste de frio (TF), Envelhecimento acelerado (EA), e Emergência (E) de sementes (haste principal e ramificação) produzidas em três épocas de semeadura (junho, julho e agosto). Pelotas – RS, 2016

Variável	Local na planta	Época			CV (%)
		Junho	Julho	Agosto	
G (%)	Principal	89	96	97	5,11
	Ramificação	82	81	91	12,04
	Média	86 <sup>ns</sup>	89 <sup>ns</sup>	94 <sup>ns</sup>	
TF (%)	Principal	89	95	93	3,87
	Ramificação	92	87	93	6,02
	Média	91 <sup>ns</sup>	91 <sup>ns</sup>	93 <sup>ns</sup>	
EA (%)	Principal	70b	98a	93b	4,45
	Ramificação	77b	87a	94a	4,24
	Média	74	93	94	
E (%)	Principal	95	90	95	10,1
	Ramificação	98	90	90	9,36
	Média	97 <sup>ns</sup>	90 <sup>ns</sup>	93 <sup>ns</sup>	

\*Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F.

#### 4.4 Conclusões

De acordo com a viabilidade das sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) produzidas na região do Sul pode-se afirmar que existe um potencial de produção na região.

A qualidade das sementes é assegurada quando produzida a partir dos meses de julho, agosto, e novembro, destacando que a qualidade das sementes da haste principal é superior.

## 5 Capítulo III - Adubação fosfatada no desenvolvimento inicial de quinoa

### 5.1 Introdução

Os grãos dos pseudocereais são constituídos de carboidratos, lipídios, proteínas e fibras, sendo assim semelhante às características dos cereais. Porém destacam-se pelo alto teor e qualidade de proteína, com ausência de glúten, possuindo algumas vitaminas e minerais em maior quantidade (MARADINI FILHO, 2014).

A classificação dos pseudocereais ocorre devido suas características nutricionais, quanto a composição organo-mineral bastante semelhante aos cereais (classe das dicotiledôneas) no entanto sem fazer parte a mesma família botânica (AMAYA-FARFAN, 2005; SPEHAR, 2002).

A espécie *Chenopodium quinoa* Willd., é pertencente à família Chenopodiaceae a qual é adaptada às condições de estresse hídrico, além de ser reconhecida pelo seu elevado valor nutritivo, impressionante biodiversidade e com um papel importante na segurança alimentar mundial (SPEHAR et al., 2014; UNITED NATIONS, 2012).

A quinoa é uma planta anual, com ciclo variável de acordo com a altitude e latitude do local onde é cultivada. Embora sendo originária de região de baixa latitude e alta altitude é classificada como planta de dias curtos, respondendo a mudanças na temperatura, onde o ciclo da cultura é determinado pela relação entre temperatura/fotoperíodo, seu ciclo varia de 80 a 150 dias e a estatura das plantas chega à média 1,90m de altura.

A diferenciação floral acontece 30 dias após a emergência, e após 45 dias ocorre à antese. Com sistema radicular pivotante, vigoroso e profundo, pode alcançar 1,80m, bastante ramificado e fibroso, conferindo resistência a seca e estabilidade da planta (MORAES FILHO, 2013).

Quanto a adubação sabe-se que a quinoa pode produzir, aproveitando-se de resíduos de outras culturas anteriormente cultivada, apesar disso, quando se adiciona outros nutrientes principalmente NPK, nota-se um expressivo incremento de rendimento tornando a correção do solo tanto em calagem quanto em adubação compensatória para o cultivo (SPEHAR, 2002). A quinoa possui também um potencial de reciclagem de nutrientes constituindo uma excelente opção de cultura visando renovação do solo e de matéria orgânica. Pode ser cultivada em sequência à soja ou o milho, sugerindo-se como adubação de base entre 60 e 100 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, a aplicação de nitrogênio é recomendada na quantidade de 60 Kg ha<sup>-1</sup>, devendo ser parcelado (metade deve ser disponibilizado na semeadura e o restante aos 45 dias após a emergência) (SPEHAR, 2007). Contudo os solos da região sul do Rio Grande do Sul são, à semelhança dos demais solos do Brasil, carentes de fósforo (MACHADO, 1992).

O fósforo é um elemento primordial a divisão celular, interferindo no crescimento da parte aérea e sistema radicular, bem como na reprodução e no metabolismo vegetal em várias rotas metabólicas como a fotossíntese, respiração e síntese de compostos. O déficit de fósforo no solo acarreta a diminuição do crescimento das plantas e o potencial de rendimento nos estádios vegetativos e reprodutivos das plantas, podendo inclusive promover aborto de flores e decréscimo da produção (VITTI; TREVISAN, 2000).

A baixa disponibilidade de fósforo (P) para as plantas cultivadas é uma característica predominante dos solos brasileiros em função da sua grande adsorção à fase mineral, predominantemente de baixa reversibilidade, principalmente nos óxidos de Fe e Al, sendo necessária a inclusão desse nutriente por meio da aplicação de fertilizantes fosfatados (SCHONINGER et al., 2013).

O cultivo da quinoa é originariamente caracterizado por sistema produtivo familiar, ou seja, cultivo em pequenas propriedades e recentemente vem se expandido em termos de área cultivada especialmente com o intuito da produção de sementes da espécie. E acredita-se, em função de relatos na bibliografia atualmente disponível, que a adubação é realizada basicamente pelo incremento de esterco de animais cultivados nas propriedades. À exemplo disso está à utilização de esterco bovino no Planalto Sul Boliviano, o qual a

priori beneficia significativamente as condições físicas do solo (HUANCA, 2008).

Diante disso, se objetivou avaliar a resposta no desenvolvimento inicial, de crescentes doses de fósforo na cultura da quinoa.

## 5.2 Material e métodos

O experimento foi realizado no Campus da Universidade Federal de Pelotas, município Capão do Leão - RS (coordenadas aproximadas de 31° 52'S e 52° 21'W; altitude de 13 m), no período de 01 de outubro a 20 de dezembro de 2015.

O ensaio foi conduzido em uma estufa modelo "Arco Pampeana", disposta no sentido Norte-Sul, revestida com filme de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura), compreendendo uma área de 210 m<sup>2</sup> (10 x 21 m).

Os tratamentos foram constituídos de diferentes doses de fósforo (cinco doses do adubo fosfatado (superfosfato triplo) 0; 30,0; 60,0; 120,0; 240,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Estas foram estimadas, utilizando vasos plásticos da cor preta, com capacidade de 4l, preenchidos com Planossolo típico da região. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, contendo 4 repetições com 8 plantas em cada.

O experimento foi realizado com sementes de quinoa (BRS Piabiru) com 98% de germinação e 93% de vigor, para a avaliação da qualidade inicial das sementes foram realizados os seguintes testes:

**Germinação:** foram utilizadas quatro repetições com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas em papel mata borrão, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco e mantido em germinador regulado a 20°C. As contagens foram realizadas no quarto e sexto dia após a montagem e os resultados expressos em porcentagem (BORGES, 2017).

**Emergência:** utilizou-se quatro repetições de 50 sementes distribuídas em células individuais de bandejas, contendo solo. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e a avaliação foi realizada no decimo terceiro dia após a semeadura, momento em houve a estabilização da emergência. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

Aos 30 dias após a semeadura (16 sementes por vaso) realizou-se o

desbaste deixando-se oito plantas por vaso, e estes foram irrigados manualmente a cada dois dias. A análise foliar e massa seca foram realizadas aos 60 dias após a semeadura. Após a colheita das plantas (em sua totalidade) de cada vaso devidamente identificado o material foi destinado para avaliação quanto à massa de matéria fresca (gramas), área foliar (folha) em gramas, área foliar (caule) em gramas e massa de matéria seca em gramas.

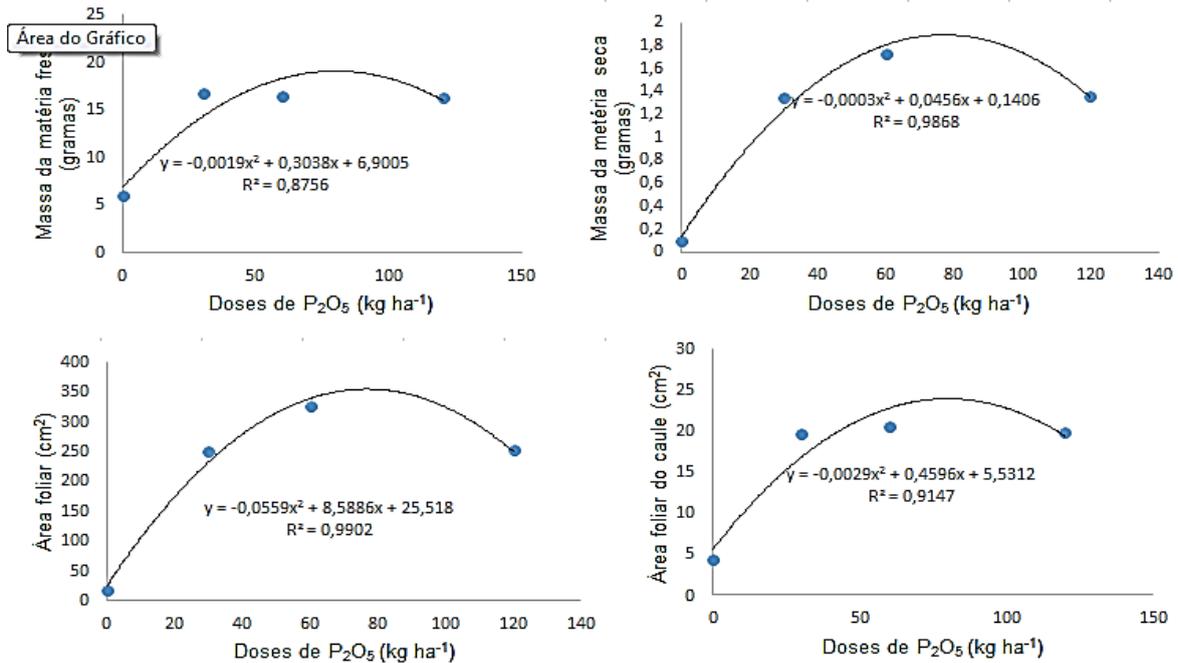
Área foliar: para esta avaliação foi utilizado um determinador de área foliar Licor LI2600 do Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, o qual forneceu leitura direta em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>).

Massa de matéria fresca e seca: com o auxílio de uma balança de precisão as amostras (plantas de cada balde) tiveram sua massa fresca determinada e foram encaminhadas à estufa de renovação/circulação de ar forçada, à temperatura de 65°C, até atingir peso constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância sendo o efeito das doses de fósforo submetidos a regressão.

### **5.3 Resultados e discussão**

A figura 9 mostra o comportamento da curva para cada variável analisada em função das doses de fósforo testadas, as quais ajustam-se à um modelo quadrático. É possível observar que a partir da dose 0 há um crescente aumento nos valores das variáveis, havendo diminuição nas doses maiores (120 e 240 Kg ha<sup>-1</sup>).



**Figura 09-** Massa da matéria fresca (g), massa da matéria seca (g), área foliar do caule (cm<sup>2</sup>) e área foliar (cm<sup>2</sup>) em função das doses de fósforo no desenvolvimento inicial da cultura da quinoa. Capão do Leão-RS.

Os resultados acima apresentados mostram a relevância da nutrição no que se refere ao desenvolvimento inicial da cultura, evidenciando o quão significativo é à aplicação de fertilizantes minerais durante os estádios iniciais de crescimento e desenvolvimento da planta.

É de suma importância o suprimento nutricional as plantas ainda jovens, pois estas podem apresentar limitações no crescimento e desenvolvimento de maneira que aplicações posteriores não têm o mesmo resultado que o averiguado em plantas adubadas adequadamente desde o início de sua formação (MORIN, 1967).

À avaliação da área foliar com relação as quantidades de fósforo disponibilizadas é determinante ao êxito do cultivo. Marschner (2002) afirma que a deficiência de P provoca diminuição na parte aérea foliar por meio da limitação do número e da expansão das folhas, da ramificação da parte aérea, da redução da taxa de assimilação de carbono e da senescência prematura das folhas, abreviando assim a posterior produção de sementes. À expansão foliar é estreitamente relacionada com à expansão das células epidérmicas e a concentração interna de fósforo no tecido vegetal.

A massa da matéria seca é uma das variáveis mais importantes para avaliação da influência da adubação no crescimento e desenvolvimento das

plantas, por esta razão vale ressaltar que o conhecimento do efeito das doses de  $P_2O_5$  sobre a área foliar é de grande relevância, já que existe uma relação bastante afim entre a área foliar e a atividade fotossintética, e por conseguinte maior desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al.; 2006).

No Brasil, estudos sobre os níveis de adubação da cultura que permitem atender as exigências para alcançar rendimento econômico, são insuficientes. A capacidade produtiva é em média é de  $3,0 \text{ t ha}^{-1}$  de grãos e quase  $7,0 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca, e segundo Carbone-Risi (1986).

Ressaltando que o fósforo tem relevância no que tange a produtividade de plantas, pois faz parte da constituição das membranas celulares (fosfolipídeos), dos ácidos nucleicos e como também no conteúdo de compostos armazenadores de energia, como ATP (trifosfato de adenosina) a molécula mais importante destes compostos. Tal energia é aproveitada nos processos de germinação, fotossíntese, absorção ativa dos nutrientes do solo e síntese de vários compostos orgânicos, como carboidratos, proteínas e lipídeos (TANAKA et al., 1993).

Existem pesquisas que buscam definir a adubação da quinoa baseadas na composição da planta, os macronutrientes como N, P e K encontram-se em maior concentração nos frutos e folhas, intermediária no caule e menor nas raízes. Baseado na composição da planta e na produção de matéria seca é permitido fazer o ajustamento dos valores recomendados dos elementos principais em adubação, para atender às exigências da quinoa. Para um rendimento esperado de grãos de  $2,5 \text{ t/ha}$ , exportam-se em torno de  $50 \text{ kg}$  de N,  $6 \text{ kg}$  de P,  $80 \text{ kg}$  de K,  $33 \text{ kg}$  de Ca,  $20 \text{ kg}$  de Mg,  $0,6 \text{ kg}$  de Fe,  $0,2 \text{ kg}$  de Mn e  $0,07 \text{ kg}$  de Zn. Portanto, toma-se como base esses valores para o suprimento de elementos minerais à quinoa, na adubação de manutenção, e no plantio (JÚNIOR, 2017).

Mesmo embora a exiguidade de informações a respeito da disponibilidade de fósforo as plantas visando à produção de sementes de qualidade alguns autores recomendam que o elemento em níveis a cima dos valores indicados, em campos de produção de sementes, pode afetar de forma significativamente positiva ao atributo da qualidade fisiológica da semente (CORRÊA et al., 2004; MARCOS-FILHO, 2015; PESKE et al., 2009).

Toledo e Marcos Filho (1977) destacam que as recomendações de

adubação ressaltam o efeito sobre a produtividade, contudo sem relacionar a qualidade das sementes, todavia, a produção e qualidade da semente são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes à lavoura, por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, do mesmo que a composição química e, conseqüentemente, o metabolismo e o vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Neste trabalho o intuito foi estudar à influência das doses de fósforo no desenvolvimento inicial primeiramente, para então servir como referência para posteriores pesquisas com a espécie. Considerando as avaliações realizadas e a questão monetária nos custos com fertilizantes para a produção a indicação é a utilização da dose de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ , já que a partir desta observou-se decréscimo nos valores das variáveis estudadas.

#### **5.4 Conclusões**

O crescimento inicial da cultura da quinoa é afetado negativamente pela ausência do elemento fósforo.

Pode-se concluir que a dose de  $60 \text{ Kg ha}^{-1}$  é a recomendada para à espécie em questão.

## 6 Conclusões

As sementes de quinoa apresentam tamanho médio de comprimento de 2,05 mm e 1,07 mm de espessura. Peso de mil sementes de 2,68 g e umidade em torno de 11%. Externamente, possui o pericarpo como testa o hilo e a rafe. Internamente possui o eixo embrionário (cotilédones, radícula e caulículo) perisperma e endosperma. A germinação caracteriza-se como epígea do tipo fanerocotiledonar, com protrusão da radícula após 3 HAS e completa formação da plântula as 24 HAS. A emergência ocorreu aos 9 DAS e formação da planta aos 12 DAS.

De acordo com a viabilidade das sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) produzidas na região do Sul pode-se afirmar que existe um potencial de produção na região.

A qualidade das sementes é assegurada quando produzida a partir dos meses de julho, Agosto e novembro, destacando que a qualidade das sementes da haste principal é superior.

O crescimento inicial da cultura da quinoa é afetado negativamente pela ausência do elemento fósforo.

Pode-se concluir que a dose de 60 Kg ha<sup>-1</sup> é a indicada para a espécie em questão.

## 7 Referências

ABUGOCH JAMES, L. E. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 58, cap. 1, p. 1-31, 2009.

ALVES, E. U., BRUNO, R. D. L. A., OLIVEIRA, A. D., ALVES, A. U., ALVES, A. U., & PAULA, R. d. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n.6, p.877-885, 2008.

AMAYA-FARFAN, J.; MARCÍLIO, R.; SPEHAR, C.R. Deveria o Brasil investir em novos grãos para sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus* sp.). *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v.12, p.47-56, 2005.

ANDRADE, A.C.S., VENTURI, S. & PAULILO, M.T. Efeito do tamanho das sementes de *Euterpe edulis* Mart. sobre a emergência e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.18, n.2, p.225-23, 1996.

ASCHERI, J.L. R.; DO NASCIMENTO, R. E. Composição química comparativa de farinhas instantâneas de quinoa, arroz e milho. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, Rio de Janeiro, Comunicado Técnico, n. 52, p. 1-4, 2002.

BATISTA, G.S.; COSTA, R.S.; GIMENES, R.; PIVETTA, K.F.L.; MÔRO, F.V. Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de (Mart.) Becc - *Arecaceae*. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.2, n.3, p.170-176, 2011.

BELTRATI, C. M.; PAOLI, A. A. S. Semente. In: APPEZZATODA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 399-424.

BHARGAVA, T.S. RANA, S., SHUKLA, D. OHRI. Seed protein electrophoresis of

some cultivated and wild species of *Chenopodium*, **Biologia Plantarum**. Praha, v. 49, n. 4, p.505- 511, 2005.

BORGES, Carolina Terra. **Desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade fisiológica e conservação de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)**. 2017. 81f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

BORGES, J. T. S., ASCHERI, J. L. R., ASCHERI, D. R., NASCIMENTO, R. E., REITAS, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*) polido por extrusão termoplástica. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.

BRADY, K., Ho, C., ROSEN, R., SANG, S. e KARWE, M. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. **Food Chemistry**, v.100, n.3, p. 1209- 1216. 2007.

BRASIL, 2009. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS.

CARBONE-RISI, J. J. M. **Adaptation of the Andean grain crop quinoa for cultivation in Britain**. 1986. 123 f. Tese (Doutorado) - University of Cambridge, Cambridge, 1986.

CARDOSO, C.O.; FARIA, R.T.; FOLEGATTI. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina, PR, utilizando o modelo CERES-Maize. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, p.291-300,2004.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASTRO, L. D., REAL, C. V., PIRES, C. I. S., PIRES, C. V., PINTO, N. A. V. D., MIRANDA, L. S., ... & DIAS, P. A. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd): digestibilidade *in vitro* desenvolvimento e análise sensorial de preparações destinadas a pacientes celíacos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.4, p. 413-19, 2007.

CORRÊA, J.C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C.A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura

vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p.1231-1237, 2004.

CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - cumaru - Leguminosae - Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 2, p.89-96, 2003.

DA COSTA DUARTE, E. C., DE MELO GONÇALVES, A. C., TORRES, M. N. N., SIMPLÍCIO, S. F., RIBEIRO, R. X., DE SOUZA, R. F., & DE SOUZA JÚNIOR, S. P. Manejo de herbicidas no controle de plantas daninhas e sua influência no crescimento e produção do milho híbrido AG 1051. **Agropecuária Técnica**, Paraíba, v. 37, n. 1, 2016.

DAMIÃO-FILHO, Carlos Ferreira. **Morfologia vegetal**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 243p.

DE ALMEIDA JR, E. B., LIMA, L. F., LIMA, P. B., & ZICKEL, C. S. Descrição morfológica de frutos e sementes de *Manilkara salzmannii* (Sapotaceae). **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 535-540, 2010.

DE AVILA, Luísa Prado. In: ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO, 2016. Pelotas. **Anais...** Quinoa: Distribuição e procedência do produto comercializado na cidade de Pelotas – RS. Enpos – UFPel.

DUKE, J.A. Keys for the identification of seedlings of some preeminent wood species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.52, n.3, p.314-350, 1965.

FAO: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2017. Disponível em [www.fao.org/faostat/en/#data/QC](http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC).

FARRO, Patricia Cecilia Araujo. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de derivados do grão de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) variedade “Real”**. 2008. 320 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2008.

Fedrigo, I. H., Borgo, A. P., Baggio, F. R., Musial, D. C., & Valentini, S. A. Obtenção de Formas Cosméticas a Partir do Extrato Aquoso de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Saúde e Pesquisa**, Maringá, v. 4, 2010.

FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; HOLANDA, A. C.. Morfologia de sementes, de plântulas e de plantas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Sergipe, v. 8, n. 1, p.198-206, 2008.

FERREIRA, R. A., VIEIRA, M. G. G. C., VON PINHO, E. V. R., & TONETTI, O. A. O. Morfologia de sementes e plântulas e avaliação da viabilidade da emente de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth. Fabaceae) pelo Teste de Tetrázólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n.1, p.108-115, 2001.

FERREIRA, R. A.; BARRETTO, S. S. B.. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lamarck). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 505-512, 2015.

FERREIRA, R. R., VENDEMIATTI, A., MEINHARDT, L. W., LEA, P. J., & AZEVEDO, R. A. Isolation of enzymes involved in threonine biosynthesis from sorghum seeds. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, Londrina, v.16, n.2, 2004.

Food and Agriculture Organization of the United Nations -FAO. **Regional Office for Latin America and the Caribbean**. Quinoa: an ancient crop to contribute to world food security. PROINPA, 2011. 55p.

FRANÇA-NETO, J. de B. Evolução do conceito de qualidade de sementes. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Informativo Abrates, Londrina, v. 19, n. 2, p. 76-80, set. 2009.

FRAZÃO, D. A. C., FIGUEIRÊDO, F. J. C., CORREA, M. P. F., DE OLIVEIRA, R. P., & POPINIGIS, F. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.5, n.1, p.81-91, 1983.

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

GONÇALVES, Eduardo Gomes; LORENZI, Harri. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plântulas vasculares**. 2.ed.

São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. 416p.

HUANCA, Rubens. **Evaluación de diferentes niveles de abono orgânico y Riego deficitário sobre el desarrollo y rendimiento de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) em el Planalto Central.** 2008. 147f. Tese de licenciatura – Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia, 2008.

Hunziker, A.T. Los especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los Indios de America. **Revista Argentina de Agronomía**, Buenos Aires, v. 30, p. 297–353, 1943.

JÚNIOR, Adail Ferreira Costa. **Qualidade Fisiológica de semente de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) produzidas em solo com diferentes tipos de adubação orgânica.** Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2017, 28p.

LEÓN, Alberto Edel; ROSSEL, Cristina M. **De tales harinas, tales panes: granas, harinas y productos de panificación em Iberoamérica.** Córdoba: Hugo Bañez Editos, 2007. 478p.

LLANOS, M. F. E. Epigenética e nutrição: Escolhas que influenciam nossos genes nutrição e os genes de nossos filhos também. **Revista bio nutrição e saúde** - Nestlé, São Paulo, v. 5, n. 13, p. 42-45, jan. 2011.

MACHADO, M.I.C.S. **O fósforo nos solos da região sul do Rio Grande do Sul - formas, capacidade máxima de adsorção, poder tampão recomendação de adubação.** Pelotas, 1992, 116f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 1992.

MADL, T.; STERK, H.; MITTELBAACH, M. Tandem Mass Spectrometric Analysis of a Complex Triterpene Saponin Mixture of *Chenopodium quinoa*. **Journal of the American Society for Mass Spectrometry**, New York, v.17, p.795-806, 2006.

MARADINI FILHO, Antonio Manoel. **Caracterização físico-química, nutricional e fatores antinutricionais de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru.** 2014. 202 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

MARCOS FILHO, Julio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARCOS FILHO, J; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.102-112. 2009.

MARINI, P.; MORAES, C. L.; LARRÉ, C. F.; LIMA, M. C.; MORAES, D. M.; AMARANTE, L. Indicativos da perda de qualidade de sementes de arroz sob diferentes temperaturas através da atividade enzimática e respiratória. **Interciência**, Santiago, v.38, n.1, p.54-59, 2013.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**, San Diego. Academic Press, 2002. 889p.

MORIN, C. El papayo. In: \_\_\_\_\_. **Cultivo de frutales tropicales**. 2. ed. Lima: ABC, 1967. p. 231-238.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, Â. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MENDES, C. R.; MORAES, D. M.; LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F. Respiratory activity for the differentiation of vigor on soybean seeds lots. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p.171-176, 2009.

MORAES, Luis Felipe Cardoso de. **QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**. 2013. 51 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Curso de Engenharia Agrônômica, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

MOTA, C., NASCIMENTO, A. C., COELHO, I., GUEIFÃO, S., SANTOS, M., TORRES, D., & CASTANHEIRA, I. Estudos de caracterização do perfil nutricional da quinoa (*Chenopodium quinoa*): macronutrientes, minerais e elementos vestigiais. **Boletim Epidemiológico Observações**, Lisboa, v. 4, p.30-32, 2015.

MOURÃO, K.S.M.; DIAS-PINTO, D.; SOUZA, L.A.; MOSCHETA, I.S. Morfoanatomia de plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw.(Meliaceae). **Acta Scientiarum**. Biological Sciences,

Maringá, v.24, n.2, p.601-610, 2002.

MUJICA, A.; JACOBSEN, S. E.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, J. O. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación**, Santiago, 2001.

NAKAGAWA, João. Testes de vigor baseados no crescimento de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTOS. Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.161 p.

OELKE, E.A., PUTNAM, D.H., TEYNOR, T.M., OPLINGER, E.S., 1992. Alternative field crops manual. University of Wisconsin Cooperative Extension Service, University of Minnesota Extension Service, **Centre for Alternative Plant and Animal Products**, 1992.

OLIVEIRA, M.K.T.; OLIVEIRA, F.A., MEDEIROS, J.F.; LIMA, C.J.G.S.; GUIMARÃES, Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.1, n.1, p. 68-74, 2006.

PEDROSA, C. R. G.; MELO, L. F.; FAGIOLI, M. Viabilidade do uso de aparelho de microondas na determinação do teor de água em sementes de milho e soja. **Agropecuária Técnica**, Paraíba, v. 35, n. 1, p. 48-53, 2014.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S. ; MARTIN, M. C. ; MARCHIORI, L. F. S. ; GUARZONI, R. A. ; MATIAZZI, P. Épocas de Semeadura e densidade de plantas de soja: componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

PELÚZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; ALMEIDA JÚNIOR, D.; BARBOSA, V.S.; RICHTER, L.H.M.; SILVA, R.R. da; AFFÉRI, F.S. Desempenho de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura, no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.22, n.2, p.69-74, 2006.

PEREIRA, S. R.; MUNIZ, MARLOVE F. B; NASCIMENTO, W. M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 703-706, jul./set. 2005.

PESKE, F.B.; BAUDET, L.; PESKE, S.T. Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v.31, n. 1, 2009.

PESKE, Silmar; VILLELA, Francisco .; MENEGELLO, Geri Eduardo. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2. ed. Brasília: Ed. Universitária/UFPel, 2012. 574 p.

PREGO, I.; MALDONADO, S.; OTEGUI, M. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. **Annals of Botany**, v. 82, n. 4, p. 481-488, 1998.

RAVEN, Peter. **Biologia vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RÊGO, Vanessa Mendes. **Desenvolvimento e produção de quinoa sob irrigação e adubação potássica**. 2015, 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2015.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. A. M.; HELLSTRÖM, J. K.; PIHLAVA, J.; MATTILA, P. H. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). **Food Chemistry**, London, v. 120, n. 1, p. 128-133, 2010.

RESSEL, K., GUILHERME, F. A., SCHIAVINI, I., & OLIVEIRA, P. E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 311-323, abr./jun. 2004.

RISI, J., GALWEY, N.W. *Chenopodium* grains of the Andes: a crop for the temperate latitudes. In: Wickens, G.E., Haq, N., Day, P. (Eds.), **New Crops for Food and Industry**. Chapman and Hall, New York, 1989.

ROCHA, Juliana Evangelista da Silva. **Seleção de genótipos de quinoa com características agrônômicas e estabilidade de rendimento no Planalto Central**. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de

Brasília, Brasília, 2008.

RODRIGUES, D. B.; RADKE, A. K.; ROSA, T. D.; TUNES, C. D.; DUARTE, J. A. D.; TUNES, L. M. Adequação metodológica do teor de água em sementes de cenoura. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, Paraíba, v. 10, n 4, p. 40- 43. 2016.

ROJAS, W.; PINTO, M. La diversidad genética de quinua de Bolivia. In: **Congreso Científico de la Quinoa**. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (Bolivia) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal., 2013.

SCHONINGER, E. L.; GATIBONI, L. C.; ERNANI, P. R. Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.1, p.95-106, 2013.

SILVA, J. P., OLIVO, J. E., MORAIS, F. F., & GOMES, R. G. Obtenção de bebida fermentada a base de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). **COBEQ**, Florianópolis, v. 23, 2015.

SOARES DE VASCONCELOS, F., SOARES DE VASCONCELOS, E., GONÇALVES BALAN, M., & SILVÉRIO, L. Desenvolvimento e produtividade de quinoa semeada em diferentes datas no período safrinha. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 43, n. 3, 2012.

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

SPEHAR, C. R., Quinoa e Amarantho: alternativas para diversificar a agricultura e a alimentação. **Nutrição Humana**. p. 38 - 39, 2003.

SPEHAR, C. R.; ROCHA, J. E. S. Effect of sowing density on plant growth and development of quinoa, genotype 4.5, in the Brazilian savannah highlands. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 53-58, 2009.

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.; VELOSO, R. F.; CARVALHO, W. P.; ANDRADE, S. C. Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, **Embrapa Cerrados**, 2007. 103p

SPEHAR, C. R.; CABEZAS, W. A. R. L. Introdução e seleção de espécies para a diversificação do sistema produtivo nos cerrados. In: CABEZAS, W. A. R. L.; FREITAS, P. L. (Ed.). **Plantio direto na integração lavoura pecuária**. Uberlândia: UFU, 2000. p. 179-188.

SPEHAR, C.R.; ROCHA, J.E. da S.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q.; SANTOS, R.L. de B.; ASCHERI, J.L.R.; SOUZA, F.F. de J. **Avances y desafíos de la producción y utilización de la quinua en Brasil**. In: BAZILE, D. (Coord.). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. Santiago: FAO, 2014. p.681-706.

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

SPEHAR, C. R.; DE BARROS SANTOS, R. L.. Quinoa 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.; VELOSO, R. F. Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, v. 1, 2007.

SPEHAR, C. R.; SILVA ROCHA, J. E.; BARROS SANTOS, R. L. Desempenho agrônômico e recomendações para cultivo de quinoa (BRS Syetetuba) no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, 2011.

STRECK, Edemar Valdir. ; KÄMPF, Nestor.; DALMOLIN, Ricardo Simão; KLAMT, Egon; NASCIMENTO, Paulo César do; SCHNEIDER, Paulo; GIASSON, Elvio; PINTO, Luis Fernando Spinelli. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

STRENSKE, A., DE VASCONCELOS, E. S., HERZOG, N. F. M., & MALAVASI, M. D. M. Germinação de sementes de quinoa com diferentes períodos de armazenamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Candido Rondon, v. 14, p. 286-290, 2015.

TANAKA, R.J. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Ed). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993.

TAPIA, Mario. **Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentacion**. 2. Ed. Santiago: FAO – Oficina Regional de la FAO para la America 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**, Caracas, v. 12, n. 1, p. 71-79, 1995.

TOLEDO, Francisco Ferraz; MARCOS FILHO, João. **Manual das Sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.

United Nations. **Resolution adopted by the General Assembly** on 22 December 2011. A/RES/66/221. 2012.

VIDAL, Waldomiro Nunes; VIDAL, Maria Rosaria Rodrigues, **Botânica: organografia**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2003, 124p.

VITTI, G.C.; TREVISAN, W. Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja, **Informações Agrônomicas**, Piracicaba: Potafos, n.90, p.1-16, 2000.

WAHLI, Cristian. **Quinoa: hacia su cultivo comercial**. Quito, Equador: Latinreco, 1990. 206p

WALTERS, H., CARPENTER-BOGGS, L., DESTA, K., YAN, L., MATANGUIHAN, J., E MURPHY, K. Effect of irrigation, intercrop, and cultivar on agronomic and nutritional characteristics of quinoa. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 40, n. 8, p. 783–803, 2016.

WREGGE, Marcos Silveira Wrege, STEINMTEZ, Silvio; JUNIOR, Carlos Reisser; ALMEIDA, Ivan Rodrigues. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 211p.

WRIGHT, K. H.; PIKE, O. A.; FAIRBANKS, D. J.; HUBER, C. S. Composition of atriplex hortensis, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 4, p. 1383-1385, 2002.