

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**CRISTIANI BELMONTE**

**CULTIVO E QUALIDADE DE SEMENTES DE QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.)**  
**EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2017**

**CRISTIANI BELMONTE**

**CULTIVO E QUALIDADE DE SEMENTES DE QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos

Coorientador: Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ**

**2017**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B451c	<p>Belmonte, Cristiani Cultivo e qualidade de sementes de quinoa (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) em sistema agroecológico e convencional. / Cristiani Belmonte. Marechal Cândido Rondon, 2017. 52 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos Coorientador: Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2017 Programa de Pós-Graduação em Agronomia</p> <p>1. Sementes – Qualidade . I. Vasconcelos, Edmar Soares de. II. Tsutsumi, Cláudio Yuji . III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título. CDD 20.ed. 631.523 CIP-NBR 12899</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio – CRB 9ª/965



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



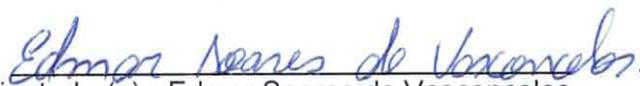
**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO

## CRISTIANI BELMONTE

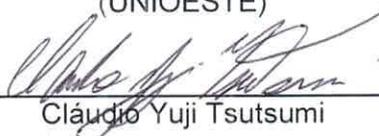
Cultivo e qualidade de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) em sistema agroecológico e convencional

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



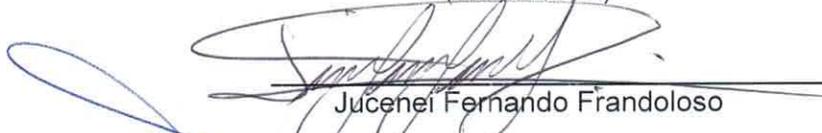
Orientador(a) - Edmar Soares de Vasconcelos

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon  
(UNIOESTE)



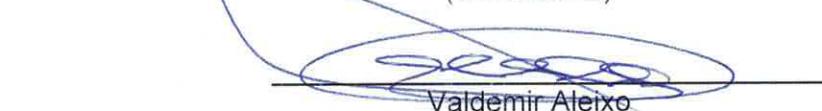
Cláudio Yuji Tsutsumi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon  
(UNIOESTE)



Jucinei Fernando Frandoloso

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon  
(UNIOESTE)



Valdemir Aleixo

Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Toledo (PUC-Toledo)

Marechal Cândido Rondon, 23 de fevereiro de 2017

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pelo conhecimento adquirido e pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao Orientador Professor Doutor Edmar Soares de Vasconcelos, fica o meu reconhecimento pela parceria pelos ensinamentos repassados, pela orientação e pela importante contribuição no meu processo de formação e de vida.

Ao Coorientador Professor Doutor Cláudio Yuji Tsutsumi, pela coorientação e pela contribuição no trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unioeste, Campus Marechal Cândido Rondon, pela contribuição no meu processo de qualificação acadêmica.

Aos membros da banca examinadora do exame geral de qualificação e da banca de defesa de mestrado, agradeço pelas sugestões e contribuições no trabalho.

À minha família....

Aos colegas, amigos....

A Deus Todo Poderoso...

Eu agradeço!

## RESUMO

BELMONTE, Cristiani, Magister Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2017. **Cultivo e qualidade de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) agroecológica e convencional.** Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos. Coorientador: Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi.

O interesse pelo cultivo da quinoa vem crescendo mundialmente pela variabilidade genética da espécie, qualidades nutricionais e adaptação a diversas condições climáticas. Contudo, os estudos com a cultura no país se limitam em grande parte a região do cerrado, sendo necessário o desenvolvimento de cultivares adaptadas a condições edafoclimáticas e aos sistemas de cultivo do Paraná. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar características agrônômicas e a produtividade de genótipos de *Chenopodium quinoa* Willd. do Programa de Melhoramento de Quinoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Foram conduzidos dois experimentos, simultaneamente, em sistema de produção agroecológica e sistema de produção convencional no município de Entre Rios do Oeste, na safra agrícola de 2015/16. Cada experimento foi composto de dezesseis genótipos de quinoa em três repetições, seguindo o delineamento de blocos ao acaso. Os parâmetros avaliados foram número de dias para floração, altura de plantas na floração, número de plantas por metro linear, altura de inserção da primeira panícula, número de dias para maturação e produtividade. Posteriormente, foram realizados testes de germinação no Laboratório de Tecnologia de Sementes da UNIOESTE, a fim de avaliar a qualidade das sementes agroecológicas e convencionais. As avaliações foram aos 5 e 8 dias após a implantação do teste de germinação, sendo quantificadas as plântulas normais e anormais, como também a impureza das sementes. O genótipo Q13-24 foi o mais indicado para cultivo no sistema convencional, e o genótipo Q13-01 foi o mais indicado para o sistema de produção agroecológica. Observou-se que há diferenças na germinação dos genótipos, assim como no número de plântulas anormais obtidas para cada um destes. O genótipo Q13-21 esteve dentre os de melhor qualidade de sementes quando cultivado nos sistemas agroecológico e também no convencional.

**Palavras-chave:** Genótipos, Produtividade, Germinação.

## ABSTRACT

BELMONTE, CRISTIANI, Magister Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, February – 2017. **Cultivation and quality seeds of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) agroecological and conventional.** Advisor: Dr. Edmar Soares de Vasconcelos. Co-Advisor: Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi.

The interest for the cultivation of quinoa has been growing worldwide due to the genetic variability of the species, nutritional qualities and adaptation to different climatic conditions. However, the studies with the culture in the country are limited to the cerrado region, being necessary the development of cultivars adapted to edaphoclimatic conditions and to the systems of cultivation of Paraná. Therefore, this study was carried out with the objective of evaluating agronomic characteristics and yield of *Chenopodium quinoa* Willd genotypes. Of the Quinoa Improvement Program of the State University of Western Paraná. Two experiments were conducted simultaneously in an agroecological production system and a conventional production system in the municipality of Entre Rios do Oeste, in the agricultural harvest of 2015/16. Each experiment was composed of sixteen quinoa genotypes in three replicates, following the randomized block design. The evaluated parameters were number of days for flowering, height of flowering plants, number of plants per linear meter, height of insertion of the first panicle, number of days for maturation and productivity. Afterwards, germination tests were performed at the UNIOESTE Seed Technology Laboratory, in order to evaluate the quality of the agroecological and conventional seeds. The evaluations were at 5 and 8 days after the implantation of the germination test, being quantified the normal and abnormal seedlings, as well as the impurity of the seeds. Genotype Q13-24 was the most suitable for cultivation in the conventional system, and genotype Q13-01 was the most suitable for the agroecological production system. It was observed that there are differences in germination of the genotypes, as well as in the number of abnormal seedlings obtained for each of these. Genotype Q13-21 was among the best seed quality when grown in agroecological and non-conventional systems.

**Keywords:** Genotypes, Productivity, Germination.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>7</b>
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
1.1.1 O Cultivo da Quinoa .....	8
1.1.2 Descrição Botânica .....	9
1.1.3 Características Nutricionais .....	11
1.1.4 Condições Climáticas .....	12
1.1.5 Melhoramento e Adaptação .....	13
1.1.5 Melhoramento e a qualidade de sementes de quinoa .....	14
1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
<b>2 ARTIGO 1.....</b>	<b>19</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	21
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
2.4 CONCLUSÕES .....	35
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
<b>3 ARTIGO 2.....</b>	<b>39</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	41
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	43
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.4 CONCLUSÕES .....	54
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
<b>4 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

No cenário agrícola brasileiro, os monocultivos predominam o setor de produção de grãos e o cultivo da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), apesar de pouco difundido no país, apresenta-se como uma boa opção para diversificar o sistema produtivo (SPEHAR; SANTOS, 2002). A espécie apresenta alta variabilidade genética, o que possibilita a sua adaptação a diferentes condições ambientais e, também, apresenta tolerância a condições adversas como secas e geadas (PULVENTO et al., 2010). Devido a suas qualidades nutricionais, a demanda mundial pelo grão para alimentação humana tem aumentado significativamente nos últimos anos e o mercado consumidor brasileiro tem acompanhado essa tendência.

Introduzido no início da década de 1990, o cultivo da quinoa no Brasil ainda é incipiente, devido a diversos fatores, dentre eles a carência de cultivares que sejam adaptadas aos sistemas de plantio e às condições climáticas de cada região (SPEHAR, 2007). A exemplo, as cultivares BRS Piabiru e BRS Syetetuba, lançadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em parceria com a Universidade de Brasília (UnB), são recomendadas para o cerrado brasileiro e limitam-se ao plantio nessa região (SPEHAR et al., 2011).

No Paraná, a cultura apresenta alto potencial para implantação no sistema agrícola em pequenas e médias propriedades, principalmente no período de entressafra, contribuindo para a diversificação da produção de grãos no oeste do estado (VASCONCELOS et al., 2012). Para isso, são necessários estudos que avaliem o potencial produtivo da cultura nessa região, assim como identificar materiais genéticos promissores para a composição de novas cultivares.

O comportamento e desempenho das cultivares obtidas em programas de melhoramento também pode ser influenciado pelo manejo adotado, visto que os sistemas de plantio apresentam diversas particularidades entre si. Estudar o comportamento e as características agronômicas de genótipos sob sistemas de plantio agroecológico e convencional é de grande importância, para determinar o melhor genótipo a ser empregado em cada um dos sistemas agrícolas (SILVA et al., 2012).

A qualidade das sementes é outro fator determinante no desempenho da cultura, logo, obtenção de sementes de qualidade é uma das etapas mais importantes na produção da quinoa, pois influencia na germinação e formação de stand (SPEHAR et al., 2015; STRENSKE et al.,

2015). Portanto, é fundamental que a semente destinada à semeadura seja da mais alta qualidade em relação à pureza, germinação e formação de plântulas viáveis.

Os ensaios experimentais em áreas agroecológicas e convencionais permitem a avaliação de caracteres agrônômicos, da produtividade e da qualidade de sementes dos genótipos em análise, e são importantes para o melhoramento e adaptação da quinoa, pois permitem prever o comportamento de cada genótipo frente a determinado sistema de cultivo adotado.

## 1. 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1.1 O Cultivo da Quinoa

Espécie de origem andina, a quinoa ou quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) é cultivada mundialmente, principalmente na América do Sul, com destaque para Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador e Peru (FEDRIGO et al., 2010). Os cultivos encontram-se em latitudes que variam de 20°N na Colômbia a 40°S no Chile e, também, desde o nível do mar a altitudes de 3800m (LEÓN e ROSELL, 2007). Características como alta variabilidade genética e adaptabilidade às condições climáticas potencializam seu cultivo (BOJANIC, 2011).

Há relatos de que o grão faz parte da dieta humana nos Andes desde 3.000 A.C (BAZILE et al., 2014). Seus grãos possuem alto valor nutritivo, com todos os aminoácidos essenciais presentes e fibras que estimulam o funcionamento do intestino. Constitui-se como importante fonte de proteína livre de colesterol, glúten e lactose.

Introduzida no Brasil para fins de pesquisa após a década de 1990, as primeiras sementes de quinoa eram de populações provenientes de Cambrigde, na Inglaterra. As pesquisas para adaptá-la às condições climáticas brasileiras foram voltadas para a diversificação da produção nacional de grãos (SPEHAR, 2007). Observa-se que no processo de seleção no Brasil que a quinoa apresentou maturação uniforme, elevado rendimento de grãos e ciclos variando de precoce a tardio (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Os estudos iniciais com a cultura foram realizados pela parceria Embrapa Cerrados e Universidade de Brasília, cujas primeiras cultivares lançadas foram a BRS Piabiru e a BRS Sytetuba, adaptadas ao cultivo na região do cerrado brasileiro (SPEHAR et al., 2010). Trabalhos com a cultura em outras regiões do país vêm sendo realizados, buscando inserir seu cultivo como forma de incrementar e diversificar a produção agrícola brasileira. Estes buscam selecionar

genótipos e estabelecer a melhor data para a semeadura (VASCONCELOS et al., 2012) e a reação da planta a alguns herbicidas (SANTOS et al., 2003).

### 1.1.2 Descrição Botânica

A quinoa está classificada dentro da família *Amaranthaceae*, subfamília *Chenopodiaceae*, e gênero *Chenopodium* que é composto por cerca de 250 espécies (APG III, 2009). A cultura é considerada um pseudocereal devido à semelhança aos cereais em sua composição organomineral.

A planta apresenta nas folhas lanceoladas mais novas a deposição de oxalato de cálcio em formato de grânulos como um mecanismo para elevar a umidade relativa e diminuir as taxas de transpiração, conferindo certa tolerância à seca (SPEHAR; SANTOS, 2002). Em regiões de baixa precipitação, os genótipos com maior teor de oxalato de cálcio podem ser empregados no cultivo a fim de evitar perdas significativas na produção de grãos.

A flor da quinoa é pequena, sem pétalas, hermafrodita e as panículas são semelhantes as do sorgo, com coloração variando entre o amarelo e o roxo. A inflorescência classifica-se em duas formas: amarantiforme e glomerulada, e o florescimento ocorre em média 53 dias após o plantio, de acordo com o genótipo (BHARGAVA et al., 2005).

O grão do tipo aquênio amadurece enquanto a planta entra em senescência, permitindo que a colheita seja realizada mecanicamente, possibilitando custos e rendimentos com certa margem de lucro ao produtor. A semente é pequena, achatada e sem dormência, logo, ao atingir a maturidade fisiológica germina rapidamente na presença de umidade (SPEHAR; SANTOS, 2002).

O sistema radicular pivotante é vigoroso, profundo e bem ramificado, atingindo mais de 30 cm de profundidade, composto de ramificações primárias, secundárias e terciárias (MUJICA et al., 2004).

Esta dicotiledônea é classificada como planta de dias curtos, pois apresenta sensibilidade fotoperiódica, florescendo quando os dias diminuem seu comprimento, cujo florescimento pode durar de 12 a 15 dias (BHARGAVA et al., 2005).

Apresenta porte herbáceo e caule ereto, podendo alcançar 2 m de altura com colorações que vão desde o verde, vermelho e roxo a tons intermediários em função do genótipo devido à

presença das betacianinas. A alta produção de biomassa no cultivo da quinoa representa uma alternativa de cobertura do solo em sistema de plantio direto (SPEHAR; LARA-CABEZAS, 2000).

A quinoa é uma espécie anual, cujo ciclo pode variar entre 80 e 150 dias no cerrado brasileiro. A transição entre fases fenológicas da quinoa está diretamente relacionada ao genótipo, às condições de solo e às condições ambientais na área de cultivo. Sob condições ambientais dos Andes, Gandarillas (1967) afirma que o ciclo da cultura pode ser dividido nos seguintes estádios fenológicos:

I – Emergência: compreende a segunda semana após a sementeira, quando a plântula emerge do solo e estendem-se as folhas cotiledonares.

II – Duas folhas verdadeiras: geralmente de 10 a 15 dias após a sementeira, caracterizando-se com o aparecimento de folhas opostas lanceoladas e rápido crescimento das raízes.

III – De quatro a seis folhas verdadeiras: entre 25 a 30 dias após o plantio, apresenta de duas a três folhas expandidas, amarelecimento das folhas cotiledonares e início da formação de gemas axilares.

IV – Ramificação: está entre os 45-50 dias após a sementeira, com oito folhas verdadeiras expandidas e presença da folha axilar até o terceiro nó, perda das folhas cotiledonares e a presença de inflorescência protegida por folhas, sem expor a panícula.

V – Início do desenvolvimento da panícula: fenômeno observado entre 55-60 dias após a sementeira. A inflorescência surge a partir do ápice da planta, envolta por pequenas folhas aglomeradas, presença das primeiras folhas amareladas verdadeiras e o aumento do alongamento e espessura da haste da planta. Dos 65-75 dias, a inflorescência fica evidente acima das folhas na forma das aglomerações na planta.

VI – Início da floração: este estágio tem início entre os 75 a 80 dias após a sementeira, quando a flor apresenta visualmente estames separados e nota-se os glomérulos das anteras protegidos por um perigônio de coloração verde; a cultura entra na fase de floração quando 50% das flores nas panículas encontram-se abertas, fato observado entre 80 a 90 dias após a sementeira.

VII – Grão leitoso a pastoso: entre 100 a 130 dias após a sementeira, o fruto libera um líquido leitoso quando pressionado; entre 130 e 160 dias após a sementeira, os grãos passam a apresentar uma consistência pastosa de coloração branca.

VIII – Maturação fisiológica: de 160 a 180 dias após a sementeira, quando o grão apresenta resistência à penetração ao ser pressionado pelas unhas. O teor de umidade dos grãos varia de 14 a 16%. Observa-se que do florescimento à maturação fisiológica o enchimento dos grãos; sendo que nessa última fase ocorre o amarelecimento e desfolha completa da planta, e a ocorrência de chuva é prejudicial, devido à perda da qualidade e sabor das sementes.

### 1.1.3 Características Nutricionais

A cultura, frequentemente denominada como pseudocereal, apresenta maior valor nutricional do que os cereais tradicionais (REPO-CARRASCO-VALENCIA et al., 2010) e excelente equilíbrio entre óleo, proteína e gordura (VEGA-GÁLVEZ et al., 2010).

O grão é composto por 12-15% de proteína, 58% de amido e cerca de 9,0% de fibras alimentares (sendo 1,3% solúveis e 7,7% insolúveis), e ainda apresenta vitaminas como a tiamina (0,29%), riboflavina (0,3%) e niacina (1,24%). A proteína total presente nos grãos de quinoa (11,0 - 15,0%) supera o teor encontrado no arroz (8,5%) e no milho (10,3%), e devido ao baixo índice glicêmico pacientes diabéticos podem incluir o grão em suas dietas alimentares (JAMES, 2009), fato esse evidenciado através das recentes pesquisas realizadas, atestando as propriedades nutricionais desse grão (JACOBSEN; CHRISTIANSEN, 2016; NOWAK et al., 2016).

Os grãos também possuem quantidades significativas de minerais como Ca, Fe, Zn, Cu e Mn, sendo que os teores de Ca e de Fe são consideravelmente maiores que os observados nos cereais (REPO-CARRASCO et al., 2003).

O teor de óleo observado no grão está entre 1,8 e 9,5%, o qual é rico em ácidos graxos essenciais, como o linoléico e olinolênico, e apresenta alta concentração de antioxidantes naturais, responsáveis por combater os radicais livres (RUALES; NAIR, 1992).

A proteína do grão é comparável à caseína encontrada no leite, servindo de fonte para complementar tanto a alimentação humana quanto animal. Isenta de glúten e de lactose, pode ser consumida por pacientes celíacos e intolerantes à lactose, e a presença de todos aminoácidos

essenciais em equilíbrio tem popularizado seu consumo na busca por alimentos saudáveis (SPEHAR; SANTOS, 2002).

A saponina está presente no episperma da semente e confere um sabor amargo ao grão. Contudo, esse glicosídeo é solúvel em água e pode ser removido por lavagem vigorosa ou tratamento térmico. A planta controla geneticamente a síntese dessa substância, o que permite a seleção genótipos sem essa característica (SPEHAR; SANTOS, 2002).

A quinoa pode ser utilizada para fabricação de farinhas, vitaminas e flocos (BHARGAVA et al., 2006). No Peru e na Bolívia, é comum a produção comercial no formato de flocos de quinoa, tortilhas, panquecas e grãos expandidos (POPENOE et al., 1989), sendo estes utilizados em barras de cereais. A comercialização também ocorre na forma de grãos crus, os quais podem ser cozidos como arroz ou em combinação com outros pratos. Sua utilização na fabricação de cerveja ocorre através da fermentação do malte produzido da germinação dos seus grãos.

#### 1.1.4 Condições Climáticas

A quinoa tem capacidade de se adaptar a diferentes condições ambientais devido a sua variabilidade genética advinda de sua alotetraploidia (SPEHAR, 2007). Portanto, seu cultivo pode englobar ambientes com diferentes altitudes, tipos de solo, níveis de pH e baixa pluviosidade, cujo rendimento é diretamente influenciado por tais fatores (BHARGAVA et al., 2007; BRADY et al., 2007), sendo as áreas bem niveladas e bem drenadas as mais indicadas para o cultivo. A espécie apresenta tolerância à seca em função da baixa necessidade hídrica, porém a irrigação pode ter efeitos significativos sobre o rendimento da cultura (OELTKE et al., 1992).

O controle de plantas daninhas interfere diretamente sobre o rendimento de grãos e nas duas primeiras semanas após a emergência a competição é maior (BHARGAVA et al., 2007). Ainda não há o registro de herbicidas recomendados para o cultivo da quinoa no Brasil, eo emprego da capina manual constitui-se como importante ferramenta no controle de plantas daninhas (BHARGAVA et al., 2007).

A alta densidade populacional é desejável na formação do stand inicial de plantas, visto que permite cobertura mais rápida do solo, reduzindo a competição com plantas daninhas por água e nutrientes. Spehar e Rocha (2009) relatam que não há diferenças na produtividade da cultura com densidade populacional entre 100 a 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A cultura requer temperatura mínima para germinação de 5 °C, tolera geadas que não sejam inferiores a -5 °C e precipitação mínima de 400 mm durante o ciclo. A temperatura e o fotoperíodo são os principais fatores ambientais que afetam o desenvolvimento da cultura. A temperatura considerada ideal para o desenvolvimento da cultura oscila entre 12 e 20 °C, suportando valores inferiores a 8 °C em determinados estádios fenológicos, como por exemplo no estágio de ramificação, e maior susceptibilidade no florescimento e enchimento de grãos (WAHLI, 1990).

Alguns genótipos de quinoa podem apresentar tolerância a solos salinos, pois a cultura é considerada uma planta halofítica facultativa (BOSQUE et al., 2003), logo, a planta apresenta bom desenvolvimento sob condições moderadamente elevadas de salinidade. Em relação ao pH do solo, a cultura suporta diversos tipos de solo, como solos com pH próximo de 4,5 até com pH próximo a 9.

O emprego do nitrogênio, geralmente, é utilizado para elevar a produtividade e o teor de proteína nos grãos para a maioria das culturas. Na quinoa, observa-se boa resposta a fertilização com nitrogênio, porém elevados níveis desse nutriente podem ocasionar quedas na produtividade, em função de atrasos na maturação fisiológica. Assim como, altas doses de fósforo e de potássio podem aumentar a fase vegetativa da cultura. É recomendado que a adubação nitrogenada na quinoa seja parcelada e 30 dias após a emergência realizada a adubação de cobertura (SPEHAR, 2006).

#### 1.1.5 Melhoramento e Adaptação

No Brasil, os primeiros trabalhos com melhoramento da cultura iniciaram na década de 1990 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em parceria com a Universidade de Brasília (UnB), como parte dos esforços para diversificar o sistema de produção do Bioma Cerrado (SPEHAR et al., 2010). A cultura demonstrou boa adaptação às condições climáticas brasileiras, visto que a adaptabilidade da quinoa a diversos ambientes reflete a variabilidade da espécie, o melhoramento genético tem papel fundamental no desenvolvimento de genótipos adequados ao cultivo da quinoa em determinada região.

Rapidez no crescimento, maturação uniforme, ciclos precoces e alta produtividade de grãos são características de interesse agrônomo nos programas de melhoramento. Observa-se

que na quinoa a elevada produção de biomassa, associada ao ciclo mais tardio, o qual influencia o crescimento das plantas, apresenta maior rendimento e qualidade de grãos (BRADY et al., 2007).

A variabilidade está relacionada diretamente com a área de plantio, uma vez que o rendimento e a qualidade de sementes são influenciados pelo sistema de cultivo adotado (GONZALEZ et al., 2012). De recente introdução no cenário nacional, o cultivo da quinoa ainda não é amplamente disseminado, consequência da falta de sementes com genótipos adaptados e, também, do desconhecimento das técnicas de produção (SPEHAR et al., 2007). Desta forma, são necessários estudos para avaliar o comportamento de genótipos em diferentes sistemas de cultivo.

Trabalhos realizados no Oeste Paranaense com a quinoa demonstram que a cultura apresenta alto potencial para implantação no ciclo de produção agrícola, principalmente no período de entressafra em pequenas propriedades (VASCONCELOS et al., 2012). Entretanto, a introdução da cultura no Estado do Paraná depende da adaptação de genótipos aos sistemas de plantio agroecológico ou convencional, assim como da adaptação a condições ambientais.

O plantio agroecológico e convencional apresentam diversas particularidades entre si. Estudar o comportamento e as características agronômicas de genótipos sob esses sistemas de plantio é fundamental para determinar o melhor genótipo a ser empregado em cada um dos sistemas agrícolas (SILVA et al., 2012).

Os ensaios experimentais em áreas agroecológicas e convencionais permitem a avaliação de caracteres de interesse agrônomo dos genótipos, como por exemplo a produtividade e a qualidade de sementes (SILVA et al., 2012), e são importantes para o melhoramento e adaptação da quinoa, pois permitem prever o comportamento de cada genótipo frente a determinado sistema de plantio adotado.

#### 1.1.6 Melhoramento e a qualidade de sementes de quinoa

A semente é um dos insumos mais importantes para estabelecimento de uma cultura, pois ela contém fatores genéticos que determinam o potencial produtivo da cultivar, e serve de base para alcançar a máxima produtividade (BAUDET; VILELLA, 2006). Além dos fatores genéticos, as condições ambientais e de manejo, e os aspectos físicos, fisiológicos e sanitários

influenciam diretamente sobre a qualidade da semente e seu potencial de originar plântulas normais.

As sementes de quinoa são altamente higroscópicas e possuem alta porosidade da camada externa, o que favorece a rápida troca de umidade com o ambiente, sendo assim, a germinação pode ter início ainda na panícula (SPEHAR et al., 2007). O processo de germinação começa com a embebição da semente e ativação do metabolismo, em sequência rompimento do tegumento e emissão da radícula, culminando com a formação da plântula.

A germinação é um dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes. O teste realizado em laboratório sob condições controladas permite avaliar a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, e a formação de plântulas normais, com todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas. O resultado do teste permite definir a taxa de semeadura e comparar lotes diferentes de sementes (BRASIL, 2009).

Contudo, ainda são poucas as informações observadas na literatura sobre germinação e qualidade das sementes de quinoa, e devido a cultura ter sido recentemente introduzida no cenário nacional, não há recomendações para a metodologia do teste de germinação nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Exigindo assim estudos a respeito da qualidade das sementes a fim de se estabelecer tais normas de análise.

## 1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.64, p.105-121, 2009.

BAUDET, L.; VILLELA, F. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. Universitária – UFPel, 2006. p. 428-472.

BAZILE, D. et al. **Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013**: FAO (Santiago de Chile) e CIRAD, (Montpellier, Francia), 2014. 724 p.

BHARGAVA, A. et al. Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 54, p. 167-173, 2007.

BOJANIC, A. **La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial**. Conferencia de la FAO. Bolívia: Oficina Regional de la FAO para la América Latina y Caribe, 2011. 66 p.

BOSQUE, H. R.; LEMEURE, P.; VAN DAMME, E.; JACOBSEN, S. D. Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Food Reviews Internacional**, v.19, p. 111-119, 2003.

BRADY, K.; *et al.* Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. **Food Chemistry**, v.100, p.1209-1216, 2007.

FEDRIGO, I. H.; *et al.* Obtenção de Formas Cosméticas a Partir do Extrato Aquoso de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Saúde e Pesquisa**, v. 4, 2010.

GANDARILLAS, H. Botanica, Quinoa y Kaniwa, Cultivos Andinos. In: TAPIA, M. E. (Ed.) **Serie Libros y Materiales Educativos**, v. 49. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogota, Colombia, 1967, v. 9, p. 20-44.

GONZALEZ, J.A. *et al.* Interrelationships among seed yield, total protein and amino acid composition of quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars from two different agroecological regions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.92, p.1222-1229, 2012.

JACOBSEN, E.S.; CHRISTIANSEN, J. L. Some Agronomic Strategies for Organic Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 202, p. 454-463, 2016.

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

LEÓN, A.E.; ROSSEL, C.M. **De tales harinas, tales panes: granas, harinas y productos de panificación em Iberoamérica.** Córdoba: Hugo BañezEditos, 2007. 478p.

MUJICA, A. et al. **Quinoa: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.** Agronomía de la quinoa. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile. p. 26-59. 2004.

NOWAK, V.; DU, J.; CHARRONDIÈRE, U.R. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Food Chemistry**, v. 193, p. 47-54, 2016.

OELKE, E.A. et al. **Alternative fieldcrops manual.** University of Wisconsin Cooperative Extension Service, University of Minnesota Extension Service, Centre for Alternative Plant and Animal Products, 1992.

POPENOE, H. et al. Lost Crops of the Incas. In: Vietmeyer, N.D. (Ed.), **Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation.** National Academy Press, Washington, 1989.

PULVENTO, C. et al. Field Trial Evaluation of Two *Chenopodium quinoa* Genotypes Grown Under Rain-Fed Conditions in a Typical Mediterranean Environment in South Italy. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.196, p.407-411, 2010.

REPO-CARRASCO, R.; ESPINOZA, C.; JACOBSEN, S. E. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). **Food Reviews International**, v. 19, p. 179-189, 2003.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. et al. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). **Food Chemistry**, v.120, p.128-133, 2010.

RUALES, J.; NAIR, B. M. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 42, p.1-12, 1992.

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

SILVA, M.A.D.; COELHO JÚNIOR, L. F.; SANTOS, A. P. Vigor de sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) provenientes de sistemas orgânico e convencional. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, Botucatu, v.14, p.192-196, 2012.

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

SPEHAR, C.R. et al. **Quinoa: uma alternativa para a diversificação agrícola e alimentar.** Embrapa Cerrados, 2007.

SPEHAR, C. R.; LARA CABEZAS, W. A. R. Introdução e seleção de espécies para a diversificação do sistema produtivo nos cerrados. In: LARA CABEZAS, W. A. R.; FREITAS, P. L. (Ed.). **Plantio direto na integração lavoura pecuária**. Uberlândia: UFU, p. 179-188. 2001.

SPEHAR, C.R.; ROCHA, J.E. Effect of sowing density on plant growth and development of quinoa, genotype 4.5, in the brazilian savannah highlands. **Bioscience Journal**, v.25, 2009.

SPEHAR, C.R.; ROCHA, J.E.; SANTOS, R.L. Desempenho agrônômico e recomendações para cultivo de quinoa (BRS Syetetuba) no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v.41, p.10-5216, 2011.

SPEHAR, C.R. et al. Advances and Challenges for Quinoa Production and Utilization in Brazil Chapter: 6.4.2., pp. 562-583. In: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (Eds.). **State of the art report on quinoa around the world in 2013**. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe: Santiago, Chile. 605 p, 2015.

STRENSKE, A. et al. Germinação de sementes de quinoa com diferentes períodos de armazenamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, p.286-290, 2015.

VASCONCELOS, F.S. et al. Desenvolvimento e produtividade de quinoa semeada em diferentes datas no período safrinha. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.510-515, 2012.

VEJA-GÁLVEZ, A. et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2541-2547, 2010.

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

## 2 ARTIGO 1

### CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE QUINOA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL

#### Resumo

Este trabalho avaliou as características agronômicas e a produtividade de dezesseis genótipos de *Chenopodium quinoa* em sistema de produção convencional e agroecológico. Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, sendo um em área agroecológica e outro em área convencional no município de Entre Rios do Oeste, na safra agrícola de 2015/16. Cada experimento foi composto de dezesseis genótipos de quinoa em três repetições, seguindo o delineamento de blocos ao acaso. Foram avaliados número de dias para floração, altura de plantas na floração, número de plantas por metro linear, altura de inserção da primeira panícula, número de dias para maturação, e produtividade. Os dados foram submetidos à análise estatística com o auxílio do aplicativo computacional GENES. As características altura de plantas na floração e altura de inserção da primeira panícula tiveram maiores valores quando as plantas foram cultivadas em sistema convencional. O número de plantas por metro linear foi maior no cultivo agroecológico, se comparado ao cultivo convencional. Um mesmo genótipo de quinoa pode comportar-se diferentemente em função do manejo da área, sendo a produtividade e o ciclo do genótipo depende do ambiente de cultivo e do genótipo empregado. O genótipo Q13-24 foi o mais indicado para cultivo no sistema convencional, e o genótipo Q13-01 foi o mais indicado para o sistema de produção agroecológica.

**Palavras-chave:** Ambiente. *Chenopodium quinoa*. Genótipos.

## AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF QUINOA GENOTYPES IN AN AGROECOLOGICAL AND CONVENTIONAL SYSTEM

### Abstract

This study evaluated the agronomic characteristics and yield of sixteen genotypes of *Chenopodium quinoa* in a conventional and agroecological production system. Two experiments were conducted simultaneously, one in agroecological area and the other in a conventional area in the municipality of Entre Rios do Oeste, in the agricultural harvest of 2015/16. Each experiment was composed of sixteen quinoa genotypes in three replicates, following the randomized block design. The number of days for flowering, height of flowering plants, number of plants per linear meter, height of insertion of the first panicle, number of days for maturation, and productivity were evaluated. The data were submitted to statistical analysis with the aid of the GENES computational application. The height characteristics of plants at flowering and height of insertion of the first panicle had higher values when the plants were cultivated in conventional system. The number of plants per linear meter was higher in the agroecological crop, when compared to conventional cultivation. The same genotype of quinoa may behave differently depending on the area management, with the productivity and cycle of the genotype depending on the growing environment and the genotype used. Genotype Q13-24 was the most suitable for cultivation in the conventional system, and genotype Q13-01 was the most suitable for the agroecological production system.

**Key-words:** Environment. *Chenopodium quinoa*. Genotypes.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), também chamada de quínuia, é uma planta anual, pseudocereal e pseudo-oleginosa (LEÓN e ROSELL, 2007), pertencente à família Amaranthaceae, subfamília Chenopodiaceae (APG III, 2009) com grande importância granífera e muito cultivada pelos habitantes da Cordilheira dos Andes (SPEHAR; SANTOS, 2002).

O cultivo da quinoa ocorre principalmente na Bolívia, Peru, Estados Unidos, Equador, algumas áreas da Colômbia, Chile, Argentina (LEÓN e ROSELL, 2007) e América do Sul (MADL et al., 2006). Na década de 90, como forma de diversificar o sistema de produção do Cerrado, a quinoa foi introduzida no Brasil (SPEHAR; SOUZA, 1993). No estado do Paraná muitos estudos com a quinoa vêm sendo realizados, já que a cultura seria uma alternativa de suplantiar a agricultura da região durante a safrinha, quando as chuvas registradas são em menor número e quantidade, além de a temperatura ser em média menor que as registradas no verão (CARDOSO et al., 2004).

Além desse fator, a elevada qualidade nutricional da quinoa também vem atraindo cada vez mais a atenção dos pesquisadores (GEWEHR et al., 2012) já que as proteínas das suas sementes possuem ótimas propriedades nutritivas (ALVES et al., 2008), as quais a grande variedade das leguminosas e cereais consumidas pelo homem não possuem (REPO-CARRASCO et al., 2003).

Diante de todos os seus benefícios, e por poder ser semeada em qualquer época do ano, a verificação de qual o melhor genótipo de quinoa para um determinado sistema de cultivo e a busca de genótipos mais adaptados às condições da região oeste do Paraná é uma tarefa muito importante. A qual implica em elevado ganho, não apenas para a agricultura, mas também ao comércio e consumidores, visto a importância dada aos alimentos que promovem efeitos benéficos à saúde.

A variabilidade das cultivares reflete a heterogeneidade do material genético, aumenta a segurança dos alimentos, além de possibilitar a identificação de material promissor a ser utilizado em um programa de melhoramento de plantas (RUIZ et al., 2014). No caso das plantas de quinoa, a variabilidade tem relação com a região de cultivo, sendo que tanto o rendimento quanto a qualidade de sementes são alterados de acordo com as condições em que a mesma é cultivada (GONZALEZ et al., 2012).

A agricultura convencional onde o foco é o monocultivo em grandes áreas (LUTZENBERGER, 2001), é muito diferente da agricultura orgânica / agroecológica a qual visa ser auto-sustentável, tentando eliminar a dependência de insumos e a conservar o meio ambiente (AAO, 2005). O manejo particular praticado em cada um desses dois sistemas pode comprometer o adequado desenvolvimento de cultivares obtidas no melhoramento convencional, sendo que as cultivares empregadas em cada sistema, normalmente são diferentes.

Determinar o grau de heterogeneidade entre os possíveis genótipos na seleção para garantir que apenas os melhores sejam mantidos em um programa de melhoramento genético (SILVA et al., 2009), assim como levar em consideração o sistema de cultivo para determinação do melhor genótipo, são fatores importantes para o sucesso dessa cultura.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características agronômicas e produtividade de dezesseis genótipos de *C. quinoa* em sistema convencional e agroecológico, no município de Entre Rios do Oeste - PR, na safra agrícola 2015/16.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Professor Alcebíades Luiz Orlando, no município de Entre rios do Oeste - PR, sob as coordenadas geográficas de 54°14' de longitude Oeste e 34°14' de latitude Sul, com altitude de 260 m. Esta área pertence a Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* de Marechal Candido Rondon, e possui faixa de clima classificada segundo Köppen, como Cfa, subtropical mesotérmico com inverno seco e verões quentes, onde as temperaturas médias anuais variam de 17 a 19 °C e a precipitação total anual variam de 1200 a 2000 mm durante o ano (CAVIGLIONE et al., 2000). O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVef) de textura muito argilosa e com boa drenagem (SANTOS et al., 2013).

Durante o período da condução do experimento foi detectado as informações meteorológicas representadas na Figura 1.

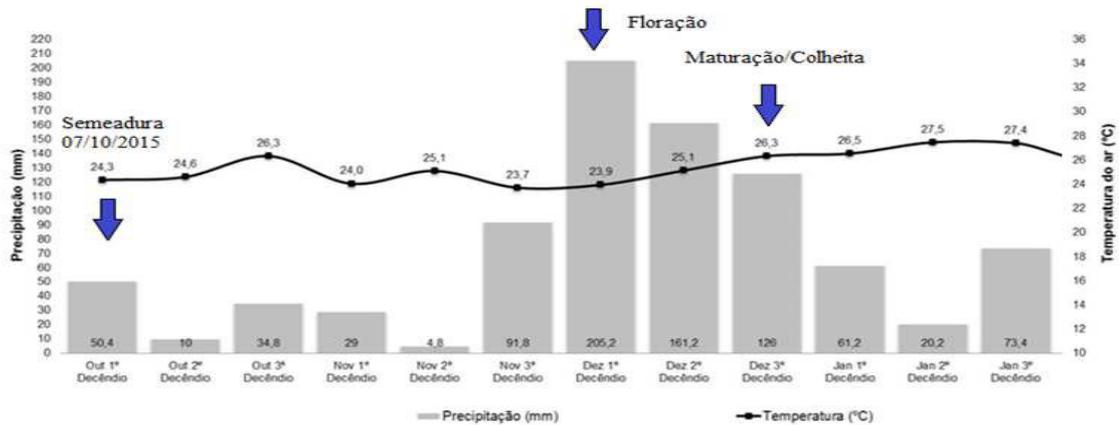


Figura 1 - Dados pluviométricos decêndiais acumulados em milímetros (mm) e temperatura média em graus célsius (°C) entre 01 de outubro de 2015 e 28 de fevereiro de 2016.

Fonte: Estação meteorológica automática de Entre Rios do Oeste.

Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, sendo um na área agroecológica e um na área convencional.

A sementeira ocorreu no dia sete de outubro de 2015 utilizando sementes para chegar à densidade média de 20 plantas por metro linear, totalizando 400.000 plantas por ha.

No experimento realizado na área agroecológica, onde há 3 anos já vem sendo praticada a agroecologia não utilizando-se nenhum tipo de agrotóxico, realizou-se uma aração, duas

gradagens e posteriormente o cultivo da quinoa seguindo os preceitos agroecológicos. Apenas foram aplicados, durante a semeadura, 5 cm abaixo das sementes, 250 Kg ha<sup>-1</sup> de húmus de minhoca. Realizou-se uma capina, no momento em que a cultura apresentava três folhas completamente expandidas e outra quando as plantas estavam iniciando a floração. Para reduzir o ataque de insetos, foi feita uma aplicação de óleo de neem quando as plantas estavam no início da floração.

No experimento implantado na área de cultivo convencional, foi realizada a semeadura da quinoa sobre a palhada de milho de forma convencional. Para adubação de base aplicou-se 250 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 02-20-20, durante a semeadura, 5 cm abaixo das sementes. Realizou-se uma capina, no momento em que a cultura estava com três folhas expandidas, e uma aplicação (150 ml ha<sup>-1</sup>) do produto comercial Engeo Pleno (Tiametoxam, Lambda-cialotrina) no momento da floração a fim de controlar percevejo e lagarta do cartucho presentes na área.

O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi blocos casualizados (DBC) em três repetições e dezesseis genótipos de *C. quinoa*. Os genótipos utilizados foram oriundos de seleções anteriores em áreas convencionais realizadas dentro do Programa de Melhoramento de Quinoa da UNIOESTE, a partir de populações de Quinoa Real, Cherry Vanilla, Brilliant Rainbow e Quinoa Orange. Os genótipos utilizados foram: Q12-23, Q13-01, Q13-02, Q13-03, Q13-04, Q13-06, Q13-07, Q13-10, Q13-17, Q13-18, Q13-20, Q13-21, Q13-24, Q13-31, Q seleção-1 e Q2014.

As parcelas, de cada um dos experimentos, foram constituídas de cinco linhas com cinco metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m. Foram consideradas como parcela útil as três linhas centrais, deixando 0,5 m nas extremidades das linhas de cada parcela para bordadura. Totalizou-se assim 6,0 m<sup>2</sup> de área útil em cada parcela.

Durante o desenvolvimento da cultura, em ambos os sistemas, foram avaliados o número de dias para floração, altura de plantas na floração, número de plantas por metro linear, altura de inserção da primeira panícula, o número de dias para maturação e a produtividade.

Para determinação do número de dias para a floração considerou-se o momento em que aproximadamente 50% das plantas da parcela útil apresentavam no mínimo uma flor aberta na panícula.

O número de plantas foi estipulado contando-se a quantidade de plantas por um metro linear, da área útil da parcela, por ocasião da colheita, sendo realizadas três medições dentro de cada parcela.

A altura de plantas foi avaliada a partir da medida de dez plantas ao acaso dentro da área útil da parcela, sendo a medida realizada da superfície do solo até a extremidade superior da planta. Este procedimento foi realizado na época de floração das plantas e também na época de maturação das mesmas.

Para a altura da primeira panícula, na época da maturação, foi medida a distância entre a superfície do solo e o início da presença de sementes da primeira panícula.

Para determinar o número de dias para a maturação, considerou-se o período entre a emergência (em média seis dias após a semeadura) e o momento em que aproximadamente 95% das plantas da área útil da parcela apresentavam sementes maduras.

A colheita dos experimentos foi realizada de acordo com a maturação fisiológica de cada um dos genótipos utilizados. Após colhidos, os materiais foram trilhados, limpos e pesados para determinação da produtividade.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variâncias e, posteriormente, a análise de variância conjunta, e quando necessário, foi realizado o teste de comparação de médias, Tukey, a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2013).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância verificaram-se diferenças entre os genótipos para as características número de dias para floração, número de plantas por metro linear e número de dias para maturação. Os genótipos cultivados em condições agroecológicas e convencionais apresentaram diferenças na altura de plantas na floração, no número de plantas por metro linear, na altura de inserção da primeira panícula e no número de dias para maturação (Tabela 1).

Para o número de dias para maturação e a produtividade foi verificado efeito significativo da interação entre genótipos e a forma de condução dos mesmos (convencional ou agroecológica) (Tabelas 1 e 2), o que demonstra que o período para maturação dos genótipos é dependente do ambiente e que um mesmo genótipo pode comportar-se diferente dependendo do manejo da área de cultivo, produzindo mais ou menos em maior ou menor período de tempo. Com isso evidencia-se a necessidade de se fazer seleção de genótipos de quinoa em cada condição de produção e não apenas em cada local de implantação. Ainda cabe ressaltar que os agricultores devem levar em consideração o local de cultivo e o manejo adotado antes de escolher o genótipo, uma vez que o número de dias para maturação e a produtividade do genótipo depende do ambiente em que o mesmo é cultivado.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para número de dias para floração (NDF), altura de plantas na floração (APF), número de plantas (NP), altura de inserção da primeira panícula (AIPP) e número de dias para maturação (NDM), em função de dezesseis genótipos de quinoa e duas condições de cultivo. Entre Rios do Oeste - PR, 2015/16.

Fator de Variação Bloco	GL	Quadrado Médio das Características				
		NDF	APF	NP	AIPP	NDM
Genótipos (G)	15	7,47*	0,0202 <sup>ns</sup>	222,06**	0,0148 <sup>ns</sup>	12,615**
Ambiente (A)	1	14,26 <sup>ns</sup>	3,4201**	1.380,16*	1,1418**	17,510**
Interação A x G	15	6,03 <sup>ns</sup>	0,0128 <sup>ns</sup>	107,52 <sup>ns</sup>	0,0145 <sup>ns</sup>	9,577**
Resíduo	60	3,62	0,0153	84,64	0,0100	0,506
Média Geral		55,96	1,19	19,18	0,71	77,55
CV (%)		3,40	10,38	47,95	14,09	0,91

\*significativo a 0,05; \*\*significativo a 0,01; <sup>ns</sup>não-significativo, pelo teste F.

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta para produtividade em função do ambiente e de dezesseis genótipos de quinoa e duas condições de cultivo. Entre Rios do Oeste - PR, 2015/16.

Fator de Variação	GL	Quadrado Médio
Bloco		Produtividade
Genótipos (G)	15	163.053
Ambiente (A)	1	21.706.246**
Interação A x G	15	278.183**
Resíduo	49	104.153
Média Geral		824,96
CV (%)		39,12

\*significativo a 0,05; \*\*significativo a 0,01; <sup>ns</sup>não-significativo, pelo teste F.

Pode-se observar na Tabela 3 que o número de plantas foi superior no genótipo Q12-23 (30 plantas por metro linear em média), diferindo estatisticamente dos genótipos Q13-03 e Q13-17, os quais apresentaram apenas 11 plantas por metro linear. A diferença entre os genótipos pode estar relacionada com o vigor da semente de determinado genótipo, fator muito importante para o agricultor na hora de determinar a quantidade de sementes por metros linear que será semeado. Assim, um genótipo que mantém uma quantidade elevada de sementes germinadas não demanda elevado número de sementes por metros para atingir a população de plantas final esperada, enquanto que um genótipo de baixa porcentagem de germinação demanda maior quantidade de sementes por metro para atingir a mesma população final de plantas.

Tabela 3. Resultado médio do número de dias para floração (NDF), altura de plantas na floração (APF), número de plantas (NP) e altura de inserção da primeira panícula (AIPP) de cada genótipo em ambos ambientes de cultivo. Entre Rios do Oeste - PR, 2015/16.

Genótipos	Características				
	NDF	APF (m)	NP	AIPP (m)	
Q12-23	56,5	1,24	30,33	a	0,71
Q13-01	57,2	1,20	15,66	ab	0,76
Q13-02	57,7	1,15	25,33	ab	0,74
Q13-03	55,7	1,14	11,16	b	0,70
Q13-04	55,7	1,15	20,33	ab	0,67
Q13-06	56,2	1,22	13,33	ab	0,74
Q13-07	54,7	1,13	19,66	ab	0,77
Q13-10	55,7	1,15	25,66	ab	0,76
Q13-17	56,5	1,15	11,00	b	0,58
Q13-18	56,5	1,19	24,50	ab	0,73
Q13-20	54,3	1,17	13,16	ab	0,66
Q13-21	53,8	1,27	16,83	ab	0,68
Q13-24	57,0	1,30	13,33	ab	0,69
Q13-31	57,5	1,13	20,16	ab	0,74
Q seleção-1	55,5	1,28	27,33	ab	0,73
Q2014	55,2	1,12	19,16	ab	0,66
DMS	3,9356	0,2559	19,0058		0,20733

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

As características altura de plantas na floração e altura de inserção da primeira panícula apresentaram maiores valores quando as plantas foram cultivadas em sistema convencional. O número de plantas por metro linear foi menor no cultivo convencional se comparado ao cultivo agroecológico (Tabela 4). Estes resultados podem ser justificados porque na área agroecológica, foi realizada uma aração e duas gradagens, gerando uma condição que possibilitou maior emergência e conseqüentemente maior número de plantas.

O menor número de plantas no cultivo convencional pode ter auxiliado para que as plantas apresentassem maior crescimento, atingindo maior altura de plantas na floração e, conseqüentemente, maior altura de inserção da primeira panícula, isso porque o menor número de

plantas leva a uma menor competição por água e nutrientes, possibilitando melhor condição de desenvolvimento, assim como observado por Tourino et al. (2002) em soja.

Tabela 4. Comparação dos ambientes para número de dias para floração (NDF), altura de plantas na floração (APF), número de plantas (NP), altura de inserção da primeira panícula (AIPP), em função do ambiente. Entre Rios do Oeste - PR, 2015/16.

Ambientes	Características			
	NDF	APF (m)	NP	AIPP (m)
Área Convencional	56,35	1,37 a	15,39 b	0,82 a
Área agroecológica	55,58	1,00 b	22,97 a	0,60 b
DMS	0,77	0,05	3,75	0,04

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Diante do observado na Tabela 5, o número de dias para maturação ficou abaixo dos determinados por Speharet al. (2003) que estavam entre 80 e 150 dias, porém estes valores dependem da variedade e das condições ambientais.

De acordo com a maturidade fisiológica, a quinoa pode ser classificada em tardia (mais de 180 dias), semitardia (150 a 180 dias), semiprecoce (130 a 150 dias) e precoce (menos de 130 dias) (WAHLI, 1990). Assim, os genótipos avaliados neste estudo são classificados como precoces, já que o número de dias para maturação (ciclo) mais elevado registrado foi 80 dias.

Diferente deste estudo, em trabalho realizado por Delgado et al. (2009), os genótipos testados tiveram ciclos variando de 128 a 187 dias. Egewarth (2016), trabalhando com os mesmos genótipos, também os classificou como precoces, já que fazendo a semeadura no mesmo mês e no mesmo município, encontrou valores médio de 89 dias para maturação. Segundo Spehar e Santos (2002), o ciclo precoce da quinoa faz-se necessário para que seja uma alternativa na entressafra e na rotação de culturas.

O número de dias para maturação (NDM) diferiu estatisticamente nas duas áreas testadas para os genótipos Q12-23, Q13-01, Q13-02, Q13-03, Q13-24, Q13-31, Q seleção-1 e Q2014. Para os genótipos Q12-23 e Q13-18 o ciclo foi inferior na área convencional, para os demais, o ciclo foi inferior na área agroecológica (Tabela 5).

Na área convencional, os genótipos Q13-02, Q13-03, Q13-06, Q13-07 e Q13-31 diferiram estatisticamente de Q12-23, Q13-01, Q13-04, Q13-10, Q13-17, Q13-18, Q13-20, Q13-21 e Q seleção-1, sendo os primeiros de ciclo mais longo que os demais. Já, na área agroecológica, os genótipos Q12-23, Q13-06 e Q13-07 precisaram de maior número de dias para fechar o ciclo em comparação aos genótipos Q13-01, Q13-02, Q13-03, Q13-04, Q13-10, Q13-17, Q13-20, Q13-21, Q13-24, Q seleção-1 e Q2014. Estes resultados são reflexos da existência da interação, ou seja, os genótipos, na área agroecológica tem comportamento diferente da área convencional, assim, observa-se que o ciclo do genótipo depende do ambiente de cultivo.

Tabela 5. Número de dias para maturação (NDM) de genótipos de quinoa, cultivados em Entre Rios do Oeste - PR no período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016 em área de cultivo agroecológico e convencional.

Genótipos	NDM	
	Área convencional	Área agroecológica
Q12-23	80,00 Aa	76,00 Bd
Q13-01	74,00 Bd	77,00 Abcd
Q13-02	74,00 Bd	80,00 Aa
Q13-03	77,00 Bc	80,00 Aa
Q13-04	77,33 Abc	76,33 Ad
Q13-06	80,00 Aa	80,00 Aa
Q13-07	80,00 Aa	80,00 Aa
Q13-10	76,66 Ac	76,66 Acd
Q13-17	76,66 Ac	77,00 Abcd
Q13-18	79,33 Aab	77,00 Bbcd
Q13-20	77,33 Abc	77,00 Abcd
Q13-21	77,66 Abc	77,00 Abcd
Q13-24	74,00 Bd	78,66 Aabc
Q13-31	78,66 Babc	80,00 Aa
Q seleção-1	74,00 Bd	76,00 Ad
Q2014	77,33 Bbc	79,00 Aab
DMS	2,08	1,16

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os valores médios encontrados para produtividade foram de 1.310,29 kg. ha<sup>-1</sup> na área convencional e 422,66 kg. ha<sup>-1</sup> na área agroecológica. Vasconcelos et al. (2012) em experimento realizado na cidade de Campo Mourão - PR, obtiveram produtividade média de 846 kg. ha<sup>-1</sup>, enquanto que Vasconcelos et al. (2016) em trabalho realizado em Marechal Cândido Rondon – PR (ano da safra) chegaram a produtividade média de 1.155,08 kg. ha<sup>-1</sup> (ambiente convencional sobre palhada de milho) e 288,33 kg ha<sup>-1</sup> (ambiente convencional sobre palhada de soja período de safrinha). Por estes resultados verifica-se a necessidade de se realizar seleção para essa

característica na região oeste do Paraná, com o intuito de obter maiores produtividades, já que a cultura pode atingir médias de até 3000 kg. ha<sup>-1</sup> quando as condições forem favoráveis ao cultivo das plantas (SPEHAR e SANTOS, 2002).

Para produtividade a interação entre genótipos e sistema de cultivo foi significativa, indicando comportamento diferencial dos genótipos nos dois ambientes. A produtividade dos genótipos Q13-01 e Q13-02 não apresentou diferença estatística entre as áreas de produção agroecológica e convencional. Para os demais genótipos testados, a área de cultivo influenciou na produtividade, sendo, neste caso, os valores da área convencional superiores aos encontrados na área agroecológica (Tabela 6), o que indica que estes genótipos são mais adaptados ao ambiente convencional que ao agroecológico. Isso é explicado pela condição de seleção a qual estes genótipos foram submetidos, pois são resultados de quatro anos de seleção em cultivo convencional, com aplicação de insumos Agroquímicos, este foi o primeiro ano que tais materiais foram cultivados em sistema agroecológico no Brasil.

Conforme observado na Tabela 4, o número de plantas na área agroecológica foi superior ao da área convencional, porém a maior produtividade encontrada na área convencional, para a maioria dos genótipos, pode ser justificada pelo fato de a cultura da quinoa suportar variação no número de plantas por área (Spehar, 2006). Assim como já verificado na cultura da soja por Denardiet al. (2003) e Vazquez et al. (2008), a qual possui elevada plasticidade, ou seja, capacidade de ajuste de seus componentes de produção, produzindo maior número de galhos e, portanto, levando à aumento da produtividade. Esta constatação é sustentada por estudo realizado por Spehar (2006) o qual revela que populações de 400 mil e 800 mil plantas não possuem diferenças no rendimento, pela ramificação das plantas quando em populações menores.

Os menores valores de produtividade na área agroecológica podem ter ocorrido por este ambiente ainda estar em início do processo de transição. Devido ao fato de serem apenas três anos de uso da área agroecológica, esses resultados podem ser justificados visto que no início da conversão de uma área convencional para agroecológica existe diminuição da produtividade a qual aumenta de acordo com o passar dos anos, por proporcionar um sistema mais equilibrado e diversificado o qual leva a sustentabilidade (ASSIS, 2006).

Na área convencional o genótipo Q13-24 produziu 1.867 kg. ha<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente apenas dos genótipos Q13-01 e Q13-02 que produziram 834 e 830 kg. ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De maneira que o genótipo Q13-24 é o melhor indicado para incrementar a

produtividade, uma vez que seu potencial produtivo superou  $834 \text{ kg. ha}^{-1}$ , no sistema de cultivo convencional (Tabela 6).

Para a área agroecológica, o genótipo Q13-01 produziu  $1.193 \text{ kg. ha}^{-1}$ , diferindo de nove genótipos (Q12-23, Q13-03, Q13-06, Q13-10, Q13-20, Q13-21, Q13-24, Q13-31 e Q2014) que apresentaram produtividades variando de 50 a  $235 \text{ kg. ha}^{-1}$ . Assim o genótipo Q13-01 seria o melhor candidato para aumentar a produtividade em sistema de produção agroecológico (Tabela 6).

Estes resultados demonstram que existem genótipos melhor adaptados à condição agroecológica e genótipos melhor adaptado à condição convencional. Um mesmo genótipo pode comportar-se diferente dependendo do manejo da área de cultivo, assim é necessário levar em consideração o local de plantio e o manejo adotado antes de realizar a escolha do genótipo.

Tabela 6. Produtividade de genótipos de quinoa, cultivados em Entre Rios do Oeste - PR no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015 em área de cultivo agroecológica e convencional.

Genótipos	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )	
	Área convencional	Área agroecológica
Q12-23	1.527,62 Aab	100,90 Bb
Q13-01	834,00 Ab	1.192,63 Aa
Q13-02	830,00 Ab	431,30 Aab
Q13-03	1.189,50 Aab	71,52 Bd
Q13-04	1.562,41 Aab	299,72 Bab
Q13-06	1.016,41 Aab	125,66 Bb
Q13-07	1.706,37 Aab	599,98 Bab
Q13-10	990,16 Aab	235,05 Bb
Q13-17	1.582,12 Aab	267,82 Bab
Q13-18	1.278,08 Aab	325,62 Bab
Q13-20	1.391,16 Aab	50,08 Bb
Q13-21	1.148,16 Aab	85,16 Bb
Q13-24	1.867,16 Aa	182,53 Bb
Q13-31	1.159,91 Aab	152,00 Bb
Q seleção-1	1.770,16 Aab	318,58 Bab
Q2014	1.246,33 Aab	171,74 Bb
DMS	529,82	951,17

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 2.4 CONCLUSÕES

Conclui-se que as características altura de plantas na floração e altura de inserção da primeira panícula, tiveram maiores valores quando as plantas foram cultivadas em sistema convencional, ao contrário do número de plantas por metro linear.

Pela verificação da interação entre genótipos e ambiente de cultivo para as características produtividade e ciclo, verificou-se que um mesmo genótipo pode comportar-se distintamente quando cultivado de forma agroecológica ou convencional.

O genótipo Q13-24 apresentou a maior produtividade no sistema de cultivo convencional, enquanto o genótipo Q13-01 apresentou a maior produtividade em sistema de produção agroecológica.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAO (Associação de Agricultura Orgânica), 2005. Disponível em: <<http://www.aao.org.br>>. Acesso em: 23 Set. 2016.

ALVES, L.F.; ROCHA, M.S.; GOMES, C.C.F. Avaliação da qualidade protéica da Quinoa Real (*Chenopodium quinoa* Willd) através dos métodos biológicos. **Revista Científica e-scientia**, Belo Horizonte, v.1,p.1-19, 2008.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Malden, v.161, p.105-121, 2009.

ASSIS, R.L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v.10,p.75-89, 2006.

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.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMOR, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**, Londrina: IAPAR, 2000.

CRUZ, C.D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, p.271-276, 2013.

DELGADO, A.I.; PALACIOS, J.H.; BETANCOURT, C. Evaluación de 16 genotipos de quinoa dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia). **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v.27, p.159-167, 2009.

DENARDI, T.; RAMOS, T.C.; TARTARO, D.E.; NUNES, E. de M.; ASSMANN, I.C.; CICMANEC, E.A. Resposta da cultivar de soja ICA 3 sob cinco densidades de semeadura. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 25., 2003, Londrina. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2003. 241p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 209).

EGEWARTH, V.L. **Características agronômicas, adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de quinoa**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon PR. 2016. 55p.

GEWEHR, M.F.; DANELLI, D.; DE MELO, L.M.; FLORES, S.H.; DE JONG, E.V. Análises químicas em flocos de quinoa: caracterização para a utilização em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, p.280-287, 2012.

GONZALEZ, J.A.; KONISHI, Y.; BRUNO, M., VALOY, M.; PRADO, F.E. Interrelationships among seed yield, total protein and amino acid composition of ten quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars from two different agroecological regions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v.92, p.1222-1229, 2012.

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

LUTZENBERGER, J.A. O absurdo da agricultura. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.15, p.61-74, 2001.

MADL, T.; STERK, H.; MITTELBACH, 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.

REPO-CARRASCO, R.; ESPINOZA, C.; JACOBSEN, S.E. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). **Food Reviews International**, New York, v.19, p.179-189, 2003. Disponível em: <<http://www.infoandina.org/system/files/recursos/FoodreviewRitva.pdf>> Acesso em: 28 out. 2016.

SANTOS, H.G. dos.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos.; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIRA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 2013. 342p.

SILVA, R.G.; CHAVES, M.C.L.; ARNHOLD, E.; CRUZ, C.D. Repetibilidade e correlações fenotípicas de caracteres do fruto de bacuri no Estado do Maranhão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.31, p.587-591, 2009.

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

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

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

SPEHAR, C.R.; TEIXEIRA, D.L.; CABEZAS, W.A.R.L.; ERASMO, E.A.L. Amarantho BRS Alegria – alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.85-91, 2003.

TOURINO, M.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, p.1071-1077, 2002.

VASCONCELOS, E.S. de; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D. Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, p.65-76, 2012.

VASCONCELOS, E.S.; HOERPERS, L.M.L.; AMARAL, R.G.; EGEWARTH, V.A.; STRENSKE, A. Genetic parameters and productivity of quinoa in western Paraná State, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.38,p.185-191, 2016.

VAZQUEZ, G.H.; CARVALHO, N.M.; BORBA, M.M.Z.Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30,p.1-11, 2008.

WAHLI, C. **Quínuia: haciasu cultivo comercial**. Quito, Ecuador: Latirenc S.A, 1990. 206p.

### 3 ARTIGO 2

#### GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE QUINOA PROVENIENTES DE SISTEMA DE CULTIVO AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL

##### Resumo

O cultivo da quinoa vem se destacando a nível nacional e mundial, contudo, ainda são poucos os materiais adaptados às condições de cultivo no Brasil. Portanto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade das sementes de dezesseis genótipos de quinoa cultivados nos sistemas agroecológico e convencional de plantio, no ano agrícola 2015/2016 em Entre Rios do Oeste, PR. Os ensaios experimentais foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. As sementes agroecológicas e convencionais foram dispostas em caixas gerbox com papel germinativo. No decorrer do período experimental, uma vez ao dia, foi fornecida a alíquota de 5 ml de água garantindo umidade suficiente ao longo das 24 horas e impedindo a formação de película de água em torno das sementes. As avaliações se deram aos 5 e 8 dias após a implantação do teste de germinação, sendo quantificadas as plântulas normais e anormais, e paralelamente a impureza das sementes. Verificou-se que existe diferença na germinação dos genótipos, assim como no número de plântulas anormais obtidas para cada um destes. O genótipo Q13-21 apresentou melhor qualidade de sementes quando cultivado nos sistemas agroecológico e convencional.

**Palavras-chave:** *Chenopodium quinoa*. Plântulas. Impurezas. Orgânico.

## GERMINATION OF QUINOA SEEDS FROM AN AGROECOLOGICAL AND CONVENTIONAL CULTIVATION SYSTEM

### Abstract

Quinoa cultivation has been prominent at the national and world level, however, there are still few materials adapted to the conditions of cultivation in Brazil. Therefore, this work was developed with the objective of evaluating the seed quality of sixteen quinoa genotypes cultivated in the agroecological and conventional systems of planting, in the agricultural year 2015/2016 in Entre Rios do Oeste, PR. The experimental trials were conducted at the Seed Technology Laboratory of the State University of Western Paraná. The agroecological and conventional seeds were arranged in gerbox boxes with germinating paper. During the experimental period, once a day the aliquot of 5 ml of water was provided, guaranteeing sufficient moisture during the 24 hours and preventing the formation of water film around the seeds. The evaluations were carried out at 5 and 8 days after germination test implantation. Normal and abnormal seedlings were quantified and the seed impurity was quantified. It was verified that there is difference in the germination of the genotypes, as well as in the number of abnormal seedlings obtained for each of these. Genotype Q13-21 showed better seed quality when grown in agroecological and conventional system.

**Keywords:** *Chenopodium quinoa*. Seedlings. Impurities. Organic.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Originária de regiões andinas, a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) pertence à família Amaranthaceae, subfamília Chenopodiaceae (APG III, 2009). Devido as características como alta variabilidade genética e boa adaptabilidade a uma ampla gama de condições de cultivo, seja orgânico ou convencional (PULVENTO et al., 2010), o interesse pelo seu cultivo tem se tornado crescente e os estudos se intensificaram na última década em todo o mundo (ROSA et al., 2009; CHRISTIANSEN et al., 2010; SUN et al., 2014; PETERSON; MURPHY, 2015).

A cultura é frequentemente denominada como um pseudocereal, cujos grãos têm maior valor nutricional do que os cereais tradicionais (REPO-CARRASCO-VALENCIA et al., 2010), e sua composição apresenta excelente equilíbrio entre óleo, proteína e gordura (VEGA-GÁLVEZ et al., 2010).

A proteína total presente nos grãos de quinoa (11,0 - 15,0%) é superior ao teor encontrado no arroz (8,5%) e no milho (10,3%), aliada ao baixo índice glicêmico e ausência de glúten beneficiam pacientes diabéticos, celíacos e intolerantes à lactose (JAMES, 2009), fato esse evidenciado através das recentes pesquisas realizadas, atestando as propriedades nutricionais desse grão (JACOBSEN; CHRISTIANSEN, 2016; NOWAK et al., 2016).

Suas sementes, descritas como pequenas e achatadas, não possuem dormência e são altamente higroscópicas (BHARGAVA et al., 2007). Logo, quando expostas à umidade têm a capacidade de germinar em curto espaço de tempo, cerca de 6 a 10 horas (SOUZA et al., 2016). Tais características tornam necessário o armazenamento adequado das sementes para evitar a deterioração em função da umidade e temperatura, bem como a ação de insetos e de microrganismos, a fim de preservar as propriedades genéticas das sementes até o momento da semeadura (CECCATO et al., 2011).

É fundamental que a semente destinada à semeadura seja da mais alta qualidade em relação à pureza, germinação e formação de plântulas viáveis. Portanto, a obtenção de sementes de qualidade é uma das etapas mais importantes na produção da quinoa, pois influencia no sucesso e estabelecimento da cultura, e está relacionada a diversos fatores, dentre eles aspectos genéticos e sistemas de cultivo (SPEHAR et al., 2015).

A produção nacional de grãos está relacionada diretamente ao sistema convencional, porém, o plantio orgânico está em constante crescimento no sistema agrícola brasileiro, assim

como o mercado de alimentos produzidos sem utilização de agrotóxicos ou adubos minerais tem aumentado em todo o mundo (SILVA et al., 2012).

Existem poucos trabalhos relacionando o sistema de cultivo e a qualidade das sementes e, também, pesquisas relacionadas à germinação em quinoa ainda são incipientes, tanto que não há recomendações para o teste de germinação nas Regras para Análises de Sementes, bem como não há publicações que normatizem a metodologia desse teste para a quinoa (BRASIL, 2009; STRENSKE et al., 2015).

O presente estudo foi conduzido com o objetivo verificar a influência do sistema de produção agroecológico e convencional sobre a germinação, formação de plântulas e pureza de sementes de dezesseis genótipos de *Chenopodium quinoa*, cultivados no ano agrícola 2015/16 em Entre Rios do Oeste – PR.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon. As sementes utilizadas são de dezesseis genótipos (Q12-23, Q13-01, Q13-02, Q13-03, Q13-04, Q13-06, Q13-07, Q13-10, Q13-17, Q13-18, Q13-20, Q13-21, Q13-24, Q13-31, Q seleção-1 e Q2014) cultivados no ano agrícola de 2015/16, em dois sistemas de manejo (agroecológico e convencional), na Estação Experimental Professor Alcebíades Luiz Orlando, no município de Entre Rios do Oeste – PR.

A área destinada ao cultivo agroecológico passou por uma aração e duas gradagens antes da sementeira, e, no momento da sementeira, foram aplicados 250 kg. ha<sup>-1</sup> de húmus de minhoca a 5 cm abaixo das sementes, preconizando os princípios agroecológicos. Para controlar as plantas daninhas foram realizadas duas capinas, a primeira quando a cultura apresentou três folhas completamente expandidas e a segunda no início da floração. A fim de minimizar o risco de ataque por insetos, foi realizada uma aplicação de óleo de neem no florescimento das plantas, visto que a área encontra-se há 3 anos sem aplicação de nenhum tipo de defensivo agroquímico.

A sementeira da quinoa no sistema de cultivo convencional foi realizada sobre a palhada de milho. No momento da sementeira, foi realizada a adubação de base na dose de 250 kg. ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 02-20-20 a 5 cm abaixo das sementes. Foi realizada uma capina no momento em que a cultura estava com três folhas expandidas, e, no florescimento, foi feita uma aplicação (150 ml. ha<sup>-1</sup>) do produto comercial Engeo Pleno (Tiametoxam, Lambda-cialotrina) a fim de controlar o ataque de percevejo e lagarta do cartucho presentes na área.

A colheita foi realizada na maturação fisiológica das plantas de forma manual através de ferro de cortar arroz, cortando o caule abaixo da inserção da primeira panícula, colocando em sacos plásticos de acordo com cada parcela, os materiais foram dispostos para secarem ao sol por período de três dias, sendo os mesmos cobertos com lona plástica no final da tarde e descobertos no início da manhã. Após foi realizado a trilha dos materiais de forma manual, empregando-se uma secção de madeira para bater várias vezes nos sacos com as plantas, possibilitando retirar os grãos das panículas e separando-os das demais partes das plantas.

Após, foi realizado pré-limpeza separando as partes maiores das plantas (caules, ramos), e no material restante foi realizado peneiramento com peneiras granulométricas de 4 mm, ABNT/ASTM 5, separando as impurezas maiores e limpeza final com peneiras granulométricas

de 1 mm, ABNT/ASTM 18, separando as impurezas menores. O material obtido foi armazenado em envelope de papel sob condições ambientais controladas, temperatura média de 20° C e umidade relativa de 30%, em câmara de germinação no Laboratório de Tecnologia de Sementes, *Campus* de Marechal Cândido Rondon.

O delineamento experimental dispôs de três repetições com 50 sementes cada, sendo distribuídas sobre papel germinativo germiteste em caixas gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), as quais foram armazenadas em câmaras de germinação com temperatura constante de 25° C e sem fotoperíodo. O experimento foi implantado nos dias 07, 08 e 09/12/2016.

A determinação das impurezas foi realizada com auxílio de balança de precisão, empregando-se 1 g de material de cada genótipo e, posteriormente, a separação de impurezas das sementes para nova pesagem.

As avaliações das plântulas normais, plântulas anormais e sementes germinadas foram realizadas ao quinto e oitavo dia, a contar da data da implantação do teste de germinação.

Para o teste de germinação, as sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel germinativo dentro de caixas gerbox e o espaçamento utilizado entre as sementes foi de 1 cm. No decorrer do período experimental, uma vez ao dia foi fornecida a alíquota de 5 ml de água para que o papel germinativo tivesse umidade suficiente ao longo das 24 h, de modo que não formasse uma película de água em torno das sementes.

O conjunto de dados experimentais foi submetido à análise de variância (anova) e quando necessário foi realizado a comparação de médias pelo teste Tukey, com o auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2013).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi avaliado aos 5 e 8 dias apresentando bons índices de precisão experimental (Tabelas 1 e 2), com coeficientes de variação menores que os observados para germinação de sementes de quinoa por Strenske et al. (2015), indicando pequenas variações ao acaso nos dados experimentais.

Houve diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) para impurezas na interação genótipos e sistema de cultivo (Tabela 1), demonstrando que os genótipos se diferenciam entre si quando cultivados em sistema agroecológico e convencional, possivelmente devido à tolerância, ou não, a fatores não controláveis existentes nos diferentes sistemas de cultivo.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para impurezas das sementes de quinoa cultivada em sistemas agroecológico e convencional, em Entre Rios do Oeste no agrícola 2015/16.

Fontes de variação	Impurezas	
	GL	QM
Sistema de Cultivo (SC)	1	0,6581**
Genótipos (G)	15	0,0151**
Blocos	2	0,0008 <sup>ns</sup>
Interação SC x G	15	0,0090**
Resíduo	56	0,0027
Média		0,3704
CV (%)		14,03

\*\*significativo a 0,01; <sup>ns</sup>não-significativo, pelo teste F.

Pela análise de variância verificou-se que houve interação entre o sistema de cultivo e os genótipos ( $p < 0,01$ ) para todas as variáveis avaliadas (Tabela 2), sugerindo diferentes comportamentos dos genótipos quando submetidos ao cultivo agroecológico ou convencional, implicando mudanças na qualidade das sementes de um genótipo e possibilitando a seleção de genótipos distintos para cultivo agroecológico e convencional.

O efeito do dia de avaliação foi significativo ( $p < 0,01$ ) para as variáveis plântulas normais e sementes germinadas, indicando que tais características sofreram influência em função dos dias em que foram realizadas as avaliações (Tabela 2). A primeira contagem permite observar somente a porcentagem de germinação inicial, de maneira que a avaliação aos cinco dias não

foram suficientes para detectar a germinação de todas as sementes com potencial germinativo, gerando apenas uma ideia do vigor das sementes de quinoa.

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta dos dados de germinação de sementes de quinoa cultivada em sistemas agroecológico e convencional, em Entre Rios do Oeste no agrícola 2015/16.

Fontes de variação	GL	Plântulas normais	Plântulas anormais	Sementes germinadas dia <sup>-1</sup>
		QM	QM	QM
Sistema de Cultivo (SC)	1	116,749**	430,48**	103,001**
Genótipos (G)	15	2,675**	28,28*	2,695**
Dia (D)	1	1,527**	13,70 <sup>ns</sup>	1,251**
Blocos	2	856**	110,87**	928**
Interação SC x G	15	1,822**	137**	1,722**
Interação SC x D	1	84 <sup>ns</sup>	3,64 <sup>ns</sup>	123 <sup>ns</sup>
Interação G x D	15	5 <sup>ns</sup>	2,19 <sup>ns</sup>	4 <sup>ns</sup>
Interação SC x G x D	15	10 <sup>ns</sup>	3,24 <sup>ns</sup>	10 <sup>ns</sup>
Resíduo	474	110	14,08	96
Média		59,2003	10,1907	69,4042
CV (%)		17,72	36,82	14,12

\*\*significativo a 0,01; \*significativo a 0,05; <sup>ns</sup>não-significativo, pelo teste F.

As sementes dos genótipos Q13-03 e Q13-01 provenientes do sistema agroecológico tiveram o maior índice de impureza (Tabela 3), isto é, apresentaram maior grau de impurezas junto às sementes. Dentro do processo de limpeza das sementes após a trilha, empregou-se apenas o sistema de separação por peneiras, não sendo possível a eliminação dos resíduos de mesmo tamanho das sementes. Devido a isso parte das flores não fecundadas, não tendo formação de grãos, ficaram junto às sementes, aumentando o índice de impureza das mesmas.

A não formação de sementes pode estar relacionada à incidência e ao ataque de percevejos na cultura da quinoa, atraídos pela grande quantidade de oxalato de cálcio presente nas panículas. Contudo, não é possível inferir se de fato o maior índice de impurezas entre as sementes produzidas em sistema agroecológico é devido à incidência de insetos, uma vez que não foram avaliados e/ou quantificados os ataques de percevejo na cultura.

Os genótipos Q12-23 e Q13-07 apresentaram menor índice de impureza que os genótipos Q13-03 e Q13-01. O genótipo Q13-02 teve o maior índice de impureza nas sementes obtidas no cultivo convencional, sendo ainda seu índice não diferiu estatisticamente ao obtido das sementes cultivadas no sistema agroecológico. As sementes dos genótipos Q13-18 e Q13-21 produzidas no sistema convencional apresentaram menor índice de impureza que as sementes dos genótipos Q13-02, Q13-06 e Q13-20 (Tabela 3), o que pode acarretar na alta qualidade das sementes provenientes do plantio convencional para estes genótipos.

Tabela 3. Índice de impurezas de sementes de quinoa cultivada em sistemas agroecológico e convencional, em Entre Rios do Oeste no agrícola 2015/16.

Genótipos	Impurezas	
	Agroecológica	Convencional
Q seleção-1	0,4640 A abc	0,2973 B abcd
Q13-21	0,3830 A bc	0,2063 B d
Q13-02	0,4860 A abc	0,4360 A a
Q13-03	0,5290 A ab	0,3400 B abcd
Q13-06	0,4983 A abc	0,3857 B ab
Q13-17	0,5010 A abc	0,2500 B bcd
Q13-01	0,5765 A a	0,2773 B bcd
Q12-23	0,3703 A c	0,3047 A abcd
Q13-24	0,5110 A abc	0,2300 B cd
Q13-07	0,3735 A c	0,3193 A abcd
Q13-18	0,4063 A bc	0,2003 B d
Q13-10	0,3785 A bc	0,2220 B cd
Q13-04	0,4860 A abc	0,2617 B bcd
Q13-20	0,4417 A abc	0,3680 A abc
Q13-31	0,4440 A abc	0,2173 B cd
Q2014	0,4647 A abc	0,2223 B cd
Média	0,4571	0,2836

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os genótipos Q13-24, Q13-18, Q13-10, Q2014 e Q13-21 apresentaram maior porcentagem de plântulas normais quando cultivado em sistema convencional (Tabela 4), desempenho semelhante ao observado para o teste de germinação. Entretanto, as sementes agroecológicas destes genótipos tiveram comportamento inverso nas duas contagens, com baixas taxas de plântulas normais. Tal resultado pode ser reflexo da não adaptação desses genótipos ao plantio agroecológico e, ou presença de impurezas advindas do processo de produção do mesmo, com destaque para o Q13-01, o qual foi superado por maior número de genótipos quanto ao número de plântulas germinadas.

Aos 5 dias, verificou-se que o número de plântulas normais do genótipo Q13-21 produzidas no cultivo convencional foi superior ao produzido no cultivo agroecológico, enquanto que na segunda contagem (aos 8 dias), as sementes não diferiram estatisticamente (Tabela 4). Isso pode estar relacionado a condição das sementes obtidas no cultivo agroecológico, para este genótipo, poderem apresentar menor vigor que as produzidas no sistema de cultivo convencional.

A baixa porcentagem de plântulas normais observada para o genótipo Q13-02 aos 5 dias, se manteve na segunda contagem, aos 8 dias, tanto para sementes orgânicas quanto para convencionais (Tabela 4), o que pode ser um indício de que o sistema de cultivo adotado não foi fator determinante na qualidade das sementes desse genótipo específico.

Tabela 4. Porcentagem de plântulas normais, aos 5 e 8 dias após implantação do teste de germinação de sementes de quinoa cultivada em sistemas agroecológico e convencional, em Entre Rios do Oeste no agrícola 2015/16.

Genótipos	5 Dias		8 Dias	
	Agroecológica	Convencional	Agroecológica	Convencional
Q seleção-1	46,22 B bcd	74,00 A abc	50,22 B bcd	76,66 A ab
Q13-21	70,88 B a	81,33 A ab	74,44 A a	83,33 A a
Q13-02	36,33 A cde	35,77 A d	38,00 A de	39,55 A c
Q13-03	33,00 B de	66,44 A bc	35,00 B de	71,11 A ab
Q13-06	46,00 B bcd	60,88 A c	51,33 B bcd	64,88 A b
Q13-17	34,00 B de	73,77 A abc	35,66 B de	75,11 A ab
Q13-01	27,00 B e	70,66 A abc	32,00 B e	73,11 A ab
Q12-23	51,77 B bc	78,44 A ab	56,22 B bc	80,66 A ab
Q13-24	36,00 B cde	84,66 A a	42,44 B cde	87,11 A a
Q13-07	59,66 B ab	71,55 A abc	63,66 A ab	73,33 A ab
Q13-18	40,22 B cde	85,33 A a	44,88 B cde	87,11 A a
Q13-10	41,66 B cde	82,00 A ab	45,33 B cde	84,22 A a
Q13-04	33,66 B de	76,66 A abc	41,00 B cde	79,33 A ab
Q13-20	48,88 B bcd	66,00 A bc	51,11 B bcd	71,33 A ab
Q13-31	32,22 B de	79,55 A ab	36,88 B de	81,77 A ab
Q2014	36,88 B cde	79,77 A ab	40,66 B cde	80,22 A ab
Média	42,14	72,92	46,17	75,55

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Nas duas contagens realizadas, observa-se que os genótipos Q13-23 e Q13-18 apresentaram os maiores valores do número de plântulas anormais nas sementes obtidas em cultivo agroecológico se comparado ao verificado das sementes obtidas no cultivo convencional (Tabela 5).

Nas sementes obtidas no cultivo convencional dos genótipos Q13-17 e Q13-20, foram observadas as maiores quantidades de plântulas anormais aos 8 dias se comparado ao genótipo Q13-18 (Tabela 5). A porcentagem de plântulas anormais originadas das sementes agroecológicas foi semelhante ao obtido das sementes geradas do cultivo convencional, podendo

tal comportamento ser considerado um indício de que esses materiais podem ser empregados em sistemas agroecológicos sem prejuízos na formação do stand de plantas, devendo-se ser considerado a porcentagem de germinação dos genótipos.

Tabela 5. Porcentagem de plântulas anormais, aos 5 e 8 dias após implantação do teste de germinação de sementes de quinoa cultivada em sistemas agroecológico e convencional, em Entre Rios do Oeste no agrícola 2015/16.

Genótipos	5 Dias		8 Dias	
	Agroecológica	Convencional	Agroecológica	Convencional
Q seleção-1	12,00 A abcd	9,33 A abc	11,33 A abc	8,66 A ab
Q13-21	10,44 A bcd	9,55 A abc	9,55 A bc	9,33 A ab
Q13-02	9,00 A cd	9,55 A abc	9,66 A bc	10,22 A ab
Q13-03	11,33 A bcd	9,77 A abc	12,00 A abc	8,44 B ab
Q13-06	11,11 A bcd	10,00 A abc	10,88 A bc	9,11 A ab
Q13-17	9,33 A cd	12,44 A ab	10,33 A bc	12,44 A a
Q13-01	8,66 A cd	9,55 A abc	8,66 A bc	8,88 A ab
Q12-23	15,55 A ab	7,11 A bc	14,66 A ab	6,66 B ab
Q13-24	8,66 A cd	10,44 A abc	9,55 A bc	9,11 A ab
Q13-07	8,00 A d	7,55 A bc	7,66 A c	8,88 A ab
Q13-18	18,00 A a	6,22 B c	17,11 A a	6,00 B b
Q13-10	10,00 A bcd	8,44 A abc	10,33 A bc	7,77 A ab
Q13-04	14,66 A abc	8,66 B abc	12,33 A abc	8,44 B ab
Q13-20	8,66 B cd	14,00 A a	8,44 B c	12,22 A a
Q13-31	11,55 A bcd	8,88 A abc	11,55 A abc	8,88 A ab
Q2014	10,66 A bcd	12,00 A abc	11,55 A abc	10,88 A ab
Média	11,10	9,59	10,97	9,12

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os genótipos avaliados apresentaram média superior para germinação quando as sementes foram provenientes do sistema de cultivo convencional. Aos 5 e 8 dias, o genótipo Q13-24 quando cultivado em sistema convencional de plantio apresentou maior número de sementes germinadas (Tabela 6). Enquanto que no sistema de produção agroecológico este genótipo teve comportamento similar, tendo maior porcentagem de sementes germinadas que os demais. Em trabalho realizado com abóbora, Casaroliet al. (2006) observaram que em uma determinada

variedade o potencial fisiológico de suas sementes de origem convencional foi superior ao produzido em sistema agroecológico. Esse fato pode estar relacionado à interação entre genótipos e sistemas de cultivo, quando o comportamento de um genótipo é superior a outro em determinado ambiente e muda o desempenho fora daquele ambiente.

Observa-se na Tabela 6 que as sementes agroecológicas e convencionais do genótipo Q13-02 apresentaram baixas taxas de germinação aos 5 dias, demonstrando que o genótipo obteve baixo desempenho frente aos demais materiais testados independentemente do sistema de cultivo, fato esse evidenciado também aos 8 dias. Neste caso, credita-se o acontecido à condição que o genótipo possui de produzir sementes com reduzido poder de germinação, uma vez que tanto o indicativo de vigor (avaliação aos 5 dias) quanto a germinação (avaliação aos oito dias) de suas sementes, estão baixos.

Na primeira contagem, aos 5 dias, todos os genótipos, exceto Q13-02 apresentaram qualidade melhor para as sementes convencionais e baixas taxas de germinação nas sementes agroecológicas (Tabela 6), sendo que aos 8 dias mantiveram o comportamento, permitindo inferir que esses genótipos, visando produção de sementes, não são aptos a cultivos agroecológicos.

O genótipo Q13-21 apresentou as melhores taxas de germinação para sementes agroecológicas e convencionais aos 5 dias. Aos 8 dias este genótipo manteve o bom desempenho frente aos Q seleção-1, Q13-02, Q13-03, Q13-06, Q13-17, Q13-01, Q13-24, Q13-18, Q13-10, Q13-04, Q13-20, Q13-31 e Q2014 (Tabela 6), pois se sobressaiu independente do sistema de cultivo, podendo ser recomendado para ambos os sistemas de cultivo.

Tabela 6. Porcentagem de germinação aos 5 e 8 dias após montagem do teste de germinação de sementes de quinoa cultivada em sistemas agroecológico e convencional, em Entre Rios do Oeste no agrícola 2015/16.

Genótipos	5 Dias		8 Dias	
	Agroecológica	Convencional	Agroecológica	Convencional
Q seleção-1	58,22 B bcd	83,33 A abc	61,56 B bcd	85,33 A abc
Q13-21	81,33 B a	90,88 A ab	84,00 A a	92,67 A ab
Q13-02	45,33 A de	45,33 A d	47,67 A cde	49,78 A d
Q13-03	44,33 B de	76,22 A bc	47,00 B cde	79,56 A bc
Q13-06	57,11 B bcd	70,88 A c	62,22 B bc	74,00 A c
Q13-17	43,33 B de	86,22 A abc	46,00 B de	87,56 A abc
Q13-01	35,66 B e	80,22 A abc	40,67 B e	82,00 A abc
Q12-23	67,33 B abc	85,55 A abc	70,89 B ab	87,33 A abc
Q13-24	44,66 B de	95,11 A a	52,00 B cde	96,22 A a
Q13-07	67,66 B ab	79,11 A bc	71,33 B ab	82,22 A abc
Q13-18	58,22 B bcd	91,55 A ab	62,00 B bc	93,11 A ab
Q13-10	51,66 B cd	90,44 A ab	55,67 B bcde	92,00 A ab
Q13-04	48,33 B de	85,33 A abc	53,33 B cde	87,78 A abc
Q13-20	57,55 B bcd	80,00 A abc	59,56 B bcd	83,56 A abc
Q13-31	43,77 B de	88,44 A ab	48,44 B cde	90,67 A ab
Q2014	47,55 B de	91,77 A ab	52,22 B cde	91,11 A ab
Média	53,25	82,52	57,15	84,68

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Ao avaliarem a qualidade de sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) provenientes de sistemas orgânico e convencional, Silva et al. (2012) concluíram que o potencial das sementes não foi influenciado pelo sistema de cultivo. Rodrigues et al. (2007) relatam que o potencial de produção e a qualidade de sementes de cebola agroecológica e convencional são similares. Contrapondo os resultados observados na literatura, observa-se que os genótipos de quinoa apresentaram comportamento em média superior a 90% da germinação quando as sementes eram provenientes do sistema de plantio convencional, permitindo inferir que de maneira geral o sistema de plantio influenciou diretamente na qualidade das sementes.

### 3.4 CONCLUSÕES

A produção agroecológica do genótipo Q13-21 teve sementes com germinação superior à dos genótipos Q seleção-1, Q13-02, Q13-03, Q13-06, Q13-17, Q13-01, Q13-24, Q13-18, Q13-10, Q13-04, Q13-20, Q13-31 e Q2014.

O genótipo Q 13-24 gerou sementes com maior germinação que dos genótipos Q13-02, Q13-03 e Q13-06 quando as sementes dos mesmos foram produzidas sob sistema convencional.

O genótipo Q13-21 apresentou porcentagem de germinação das sementes acima de 80% independente do sistema de cultivo empregado para produção das mesmas.

Os genótipos de quinoa Q seleção-1, Q13-01, Q13-04, Q13-10, Q13-17, Q13-18, Q13-20, Q13-23, Q13-24, Q13-31 e Q2014, quando produzidos em sistema convencional apresentaram mais que 80% de germinação de suas sementes, o que não foi verificado quando as sementes vieram destes mesmos genótipos produzidos em sistema agroecológico.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Malden, v.64, p.105-121, 2009.

BHARGAVA, A. et al. Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 54, p. 167-173, 2007.

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

CASAROLI, D. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de abóbora variedade Menina Brasileira. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.158-63, 2006.

CECCATO, D.; BERTERO, D.; BATLLA, D. Fuentes de tolerância al brotado pre-cosecha en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Efecto de las condiciones ambientales sobre el nivel de dormición. **Análisis de semillas**, v.59, p. 50-55, 2011.

CHRISTIANSEN, J.L.; JACOBSEN, S.E.; JORGENSEN, S.T. Photoperiodic effect on flowering and seed development in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science**, v.60, p.539-544, 2010.

CHRISTENSEN, S.A. et al. Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using microsatellite markers. **Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization**, v.5, p. 82-95, 2007.

CRUZ, C.D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013.

VASCONCELOS, F.S. et al. Desenvolvimento e produtividade de quinoa semeada em diferentes datas no período safrinha. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, p.510-515, 2012.

DIAS, G.B.; et al. Avaliação da germinação de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa*) submetidos a diferentes testes de germinação. **Informativos ABRATES**, 2003.

JACOBSEN, E.S.; CHRISTIANSEN, J. L. Some Agronomic Strategies for Organic Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.202, p.454-463, 2016.

JACOBSEN, E.S.; MUJICA, A.; JENSEN, C. R. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic conditions. **Food Reviews International**, London, v.19, p.99-109, 2003.

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

MOTERLE, L.M. et al. Efeito de biorreguladora na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v.58, p.651-660, 2011.

NOWAK, V.; DU, J.; CHARRONDIÈRE, U.R. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Food Chemistry**, v.193, p.47-54, 2016.

PETERSON, A.; MURPHY, K. Tolerance of lowland quinoa cultivars to sodium chloride and sodium sulfate salinity. **Crop Science**, v.55, p.331-338, 2015.

PULVENTO, C. et al. Field Trial Evaluation of Two *Chenopodium quinoa* Genotypes Grown Under Rain-Fed Conditions in a Typical Mediterranean Environment in South Italy. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.196, p.407-411, 2010.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. et al. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). **Food Chemistry**, v.120, p.128-133, 2010.

RODRIGUES, A.P.D.; et al. Produção de sementes de cebola em sistemas convencional e de transição agroecológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, p.97-110, 2007.

ROSA, M. et al. Low-temperature effect on enzyme activities involved in sucrose–starch partitioning in salt-stressed and salt-acclimated cotyledons of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.47, p.300-307, 2009.

SILVA, M.A.D.; COELHO JÚNIOR, L. F.; SANTOS, A. P. Vigor de sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) provenientes de sistemas orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, p.192-196, 2012.

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

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

SPEHAR, C.R.; et al. Advances and Challenges for Quinoa Production and Utilization in Brazil Chapter: 6.4.2., pp. 562-583. In: Bazile D.; Bertero D.; Nieto. C (Eds.). **State of the art report on quinoa around the world in 2013**. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe: Santiago, Chile. 605 p, 2015.

SOUZA, F.F.J. et al. Physiological quality of quinoa seeds submitted to different storage conditions. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.1299-1308, 2016.

STRENSKE, A. et al. Germinação de sementes de quinoa com diferentes períodos de armazenamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, p.286-290, 2015.

SUN, Y. et al. Sensitivity of two quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties to progressive drought stress. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.200, p.12-23, 2014.

VEGA-GÁLVEZ, A. et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa wild.*), an ancient Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.90, p.2541-2547, 2010.

#### 4 CONCLUSÕES GERAIS

O genótipo Q13-24 foi o mais indicado para incrementar a produtividade no sistema de cultivo convencional, e o genótipo Q13-01 para aumento na produtividade de grãos em sistema de produção agroecológica, demonstrando boa adaptação ao cultivo na região Oeste do Paraná. O genótipo Q13-21 apresentou porcentagem de germinação das sementes acima de 80% independente do sistema de cultivo, podendo ser empregado para produção tanto no sistema de plantio agroecológico como no convencional.