

JANICE REGINA GMACH BORTOLI

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE VARIEDADES  
LOCAIS DE ARROZ SEQUEIRO PARA PRODUÇÃO DE  
SEMENTES NO SISTEMA ORGÂNICO**

Tese apresentada ao Curso de  
Doutorado em Produção Vegetal, da  
Universidade do Estado de Santa  
Catarina, como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor em  
Produção Vegetal.

Orientadora: Cileide Maria Medeiros  
Coelho

**LAGES, SC  
2015**

Bortoli, Janice Regina Gmach

Caracterização agronômica de variedades locais de arroz sequeiro para produção de sementes no sistema orgânico / Janice Regina Gmach Bortoli. Lages, 2015.

159 p.: il.; 21 cm

Orientador: Cilei Maria Medeiros Coelho

Bibliografia: p. 118-138

Tese (doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2015

1. *Oryza sativa* L. 2. Variabilidade genética. 3. Potencial fisiológico. I Bortoli, Janice Regina Gmach. II. Coelho, Cileide Maria Medeiros. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno

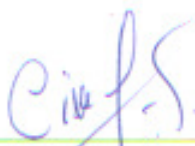
JANICE REGINA GMACH BORTOLI

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE VARIEDADES  
LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO PARA PRODUÇÃO DE  
SEMENTES NO SISTEMA ORGÂNICO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

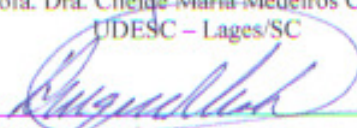
**Banca Examinadora:**

Orientador:



Profa. Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho  
UDESC – Lages/SC

Membro:



Prof. Dr. David José Miquelluti  
UDESC – Lages/SC

Membro:



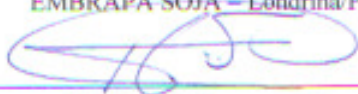
Prof. Dr. Pedro Boff  
Epagri – Lages/SC

Membro:



Dr. Fernando Augusto Henning  
EMBRAPA SOJA – Londrina/PR

Membro:



Dr. Haroldo Tavares Elias  
Epagri – Florianópolis/SC

Lages, SC, 03/08/2015



Ao meu esposo Tiago  
A minha filha Maria Regina  
Dedico



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me proporcionado saúde, sabedoria e força, colocando em minha vida oportunidades e pessoas maravilhosas que me ajudam e me completam.

Aos meus pais, Albino e Regina por terem me dado a vida e ajudado a me tornar a pessoa que sou hoje. Obrigada pelo carinho, amor, dedicação e principalmente por todas as oportunidades que vocês me proporcionaram.

Ao meu esposo Tiago pelo amor, companheirismo, incentivo, paciência e tudo mais que foi necessário para que esse sonho se tornasse realidade. Agradeço a Deus por você existir e estar sempre ao meu lado e durante esse período ter me dado a nossa Maria Regina.

Agradecimento muito especial a minha orientadora Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho, pela orientação, amizade, incentivo e confiança no meu trabalho.

A Universidade do Estado de Santa Catarina e a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal que contribuíram muito com a minha formação profissional e pessoal.

Ao Círio e aos funcionários da Estação Experimental da EPAGRI de Campos Novos, por todo apoio na condução dos trabalhos de campo.

Aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes (CAV/UEDESC) pelos momentos de trabalho e estudo, a ajuda de todos foi muito importante para essa conquista.

Todos que passaram pelo laboratório nesses quatro anos me ajudaram de alguma forma, em especial Isaac, Heitor, Vinicius e Genésio e as amigas Tamara, Jussara, Flavia e Kali o meu muito obrigado.





Aos amigos do Laboratório de Solos (UNOESC) em especial Analú, Vanderléia e André pela ajuda.

Ao programa FUMDES pela concessão da bolsa.

Muito obrigado!



## RESUMO

Santa Catarina se caracteriza pela predominância de um modelo de agricultura familiar de pequenas propriedades. As variedades locais exercem um papel fundamental no desenvolvimento de sistemas agroecológicos e da agricultura familiar, pois são capazes de manter produções satisfatórias mesmo em condições ambientais adversas, como as frequentemente encontradas na agricultura familiar. O arroz de sequeiro é cultivado em praticamente todo o Estado e apresenta significativa relevância para a agricultura familiar. A produção é feita com sementes de variedades locais, selecionadas pelos próprios agricultores, destinadas ao consumo familiar e comercialização do excedente. A identificação de variedades locais produtivas, com sementes de qualidade e adaptadas ao local de cultivo, podem se constituir em uma maneira de incentivar e diversificar as oportunidades de rentabilidade desses produtores. Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar e determinar a produtividade no sistema de cultivo orgânico de algumas variedades locais de arroz de sequeiro utilizadas pelos agricultores da região de Campos Novos/SC, bem como caracterizar a qualidade fisiológica e a composição química das sementes dessas variedades e indicar as mais promissoras para este sistema de cultivo, em relação à produtividade, potencial fisiológico de sementes e fornecimento de alimento de qualidade. Foram conduzidos três experimentos no município de Campos Novos, SC, nas safras de 2011/2012 (safra 1), 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3) com 11 variedades locais (Agulha, Rosa 15, Mato Grosso, Gomes, Preto, Argentino, Kinsel, Camilo, Piriquito, Casca Roxa e Caipira) e duas variedades comerciais (Primavera e Cambará). Na safra 1, o experimento foi conduzido em cultivo orgânico, em blocos ao acaso, com quatro repetições e nas safras 2 e 3 em cultivo orgânico e



convencional em blocos ao acaso no arranjo de parcelas subdivididas. Foram avaliados os estádios fenológicos, caracteres morfológicos e componentes do rendimento da cultura. Após a colheita as sementes foram avaliadas quanto a qualidade fisiológica (vigor e germinação) e composição química. Constatou-se diversidade genética entre as variedades para todos os caracteres avaliados. A produtividade média das variedades foi de 2.303 kg ha<sup>-1</sup> na safra 1, de 1.711kg ha<sup>-1</sup> na safra 2 e de 3.534 kg ha<sup>-1</sup> na safra 3. As melhores produtividades foram obtidas onde a semeadura foi mais precoce e a temperatura durante a maturação das sementes se manteve próxima a 20 °C. As variedades, Piriquito, Argentino, Gomes e Kinsel apresentaram produtividade superior a 2.000 kg ha<sup>-1</sup> em todas as safras. As variedades Agulha, Rosa 15, Caipira, Gomes e Argentino produziram sementes com percentual de germinação acima de 80% (padrão para comercialização de sementes de arroz) e alto vigor em todas as safras. As variedades Agulha, Preto, Caipira, Casca Roxa, Primavera e Cambará apresentaram sementes com os maiores teores de proteína bruta, fósforo, potássio, ferro e zinco sendo estas as de melhor composição química. As variedades Gomes e Argentino apresentaram alta produtividade e sementes com alta qualidade fisiológica, sendo estas mais adaptadas à região avaliada e indicadas como promissoras para região sob condições de cultivo orgânico. Devido a ampla diversidade genética observada nenhuma das variedades deve ser descartada, e sim preservadas em função de características que estas possam ter e que devem ser resgatas e avaliadas. Com base nesse trabalho foi possível verificar o potencial dessas variedades na condição de cultivo orgânico e a importância da conservação das variedades como fonte de variabilidade genética.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L. Variabilidade genética. Potencial fisiológico.



## ABSTRACT

Santa Catarina is characterized by the predominance of a model of family agriculture of the small farms. The local varieties exercise a fundamental role in developing agroecological systems and family agriculture, because they are able to maintain satisfactory yields in adverse environmental conditions, such as often found in family agriculture. The upland rice is cultivated on almost all the state and has significant relevance to family agriculture. The production is made with seeds of local varieties selected by farmers, destined in their majority consumption by the family and sales only the surplus. The identification of the productive local varieties of upland rice with quality of seeds and adapted to the place of cultivation could be constitute a way to stimulate and diversify opportunities return these farmers. Within this context, this work was developed aiming to characterize and determine the productivity in organic farming system of some local varieties of upland rice used by farmers in the region of the Campos Novos/SC as well as to characterize the physiological quality and the chemical composition of the seeds of these varieties to indicate the most promising for this cultivation system, in relation to productivity, physiological potential seeds and providing quality food. Three experiments have been conducted in the municipality of Campos Novos/SC, in seasons of 2011/2012 (season 1), 2012/2013 (season 2) and 2013/2014 (season 3) with 11 local varieties of upland rice (Agulha, Rosa 15, Mato Grosso, Gomes, Preto, Argentino, Kinsel, Camilo, Piriquito, Casca Roxa and Caipira) and two commercial varieties (Primavera and Cambará). In the first season, the experiment was conducted in organic farming system in randomized blocks with four replications and the second and third season in





organic and conventional farming system in randomized blocks the using split plots. In the field were evaluated the phenological stages, morphological characteristics and yield components of culture. After harvesting the the seeds were evaluated for seed quality (germination and vigor) and chemical composition. Is found genetic diversity among the varieties for all traits. The varieties showed mean productivity of 2.303 kg ha<sup>-1</sup> in the first season; 1.711kg ha<sup>-1</sup> in the second season; 3.534 kg ha<sup>-1</sup> in the third season, and the highest yield was obtained where the sowing was earlier and the temperature during seed maturation was maintained near to 20 °C. The varieties Piriquito, Argentino, Gomes and Kinsel produced more than 2.000 kg ha<sup>-1</sup> in all seasons. The varieties Agulha, Rosa 15, Caipira, Gomes and Argentino have produced seeds with germination percentage above 80% (standard for marketing rice seed) and high vigor in the three seasons and two the cultivation systems evaluated. The varieties Agulha, Preto, Caipira, Casca Roxa, Primavera and Cambará had seeds with higher contents crude protein, phosphorus, potassium, iron and zinc these being the best chemical composition. The Gomes and Argentino varieties showed high productivity and seeds with high physiological quality, which are more adapted the region evaluated and indicated as promising for the region under organic growing conditions. Because ample genetic diversity observed none of the varieties should be discarded, but preserved due to other characteristics of these varieties may be and which must be searched and evaluated. Based on this work was possible to verify the potential of these varieties in the organic farming system conditions and the importance of conservation of varieties as genetic variability source.

**Key-words:** *Oryza sativa* L. Genetic diversity. Physiological quality.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1: Identificação e município de origem das variedades utilizadas nos experimentos .....	49
Figura 2: Temperaturas (°C) máxima, média e mínima diária e precipitação pluviométrica (mm) registradas na estação meteorológica da EPAGRI, em Campos Novos - SC, no período da semeadura até a colheita, safras 2011/2012 (safra 1), 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3) .....	76



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Análise de variância dos caracteres agronômicos, ciclo e componentes de rendimento de treze variedades de arroz sequeiro produzidas em sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012 ..... 57
- Tabela 2: Caracterização agronômica de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012..... 58
- Tabela 3: Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos e genotípicos quanto aos efeitos diretos e indiretos dos componentes de rendimento sobre a produtividade de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012..... 61
- Tabela 4: Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos e genotípicos quanto aos efeitos diretos e indiretos de caracteres agronômicos e ciclo na produtividade de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012..... 63
- Tabela 5: Análise de variância dos caracteres agronômicos, ciclo e componentes de rendimento de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3) ..... 72
- Tabela 6: Caracterização agronômica de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo



	convencional (CO) e orgânico (OR), Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 e 2013/2014... 74
Tabela 7:	Análise de variância de germinação e vigor de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012..... 84
Tabela 8:	Caracterização da qualidade fisiológica de sementes treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012 ..... 88
Tabela 9:	Análise de variância da germinação e vigor de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, após a superação de dormência, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2012/2013 ..... 90
Tabela 10:	Análise de variância de germinação e vigor de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3) ..... 94
Tabela 11:	Caracterização fisiológica de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2012/2013 ..... 95
Tabela 12:	Caracterização fisiológica de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2013/2014 ..... 96
Tabela 13:	Análise de variância da composição química de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012..... 102
Tabela 14:	Teores de proteína total, fósforo, potássio, ferro e zinco em sementes de treze variedades de arroz





sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012 .....	103
Tabela 15: Coeficiente de correlação linear de Pearson entre oito características da qualidade fisiológica e proteína bruta em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012.....	106
Tabela 16: Análise de variância da composição química de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 e 2013/2014.....	112
Tabela 17: Teores de proteína total, fósforo, potássio, ferro e zinco em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2012/2013.....	113
Tabela 18: Teores de proteína total, fósforo, potássio, ferro e zinco em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2013/2014.....	114



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	33
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	37
2.1	A CULTURA DO ARROZ .....	37
2.2	A PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO ARROZ..	38
2.3	SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO .....	39
2.4	UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE VARIEDADES LOCAIS .....	40
2.5	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES .....	42
<b>2.5.1</b>	<b>Germinação e vigor</b> .....	43
2.6	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES .....	44
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA GERAL</b> .....	47
<b>4</b>	<b>DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE ARROZ SEQUEIRO PRODUZIDAS EM DOIS SISTEMAS DE CULTIVO</b> .....	50
4.1	RESUMO .....	50
4.2	INTRODUÇÃO .....	51
4.3	METODOLOGIA .....	53
4.3.1	Estádios fenológicos .....	54
4.3.2	Caracteres morfológicos .....	54
4.3.3	Componentes do rendimento .....	54
4.3.4	Análise estatística.....	55
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
4.4.1	Experimento safra 1: caracterização e produtividade de variedades de arroz sequeiro no sistema de cultivo orgânico.....	56
4.4.2	Experimentos safras 2 e 3: caracterização e produtividade de variedades de arroz sequeiro nos sistemas de cultivo convencional e orgânico. ....	65
4.5	CONCLUSÕES .....	71



<b>5</b>	<b>QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE VARIEDADES DE ARROZ SEQUEIRO EM DOIS SISTEMAS DE CULTIVO E TRÊS SAFRAS AGRÍCOLAS.....</b>	<b>77</b>
5.1	RESUMO.....	77
5.2	INTRODUÇÃO.....	78
5.3	METODOLOGIA.....	79
5.3.1	Determinação do percentual de germinação.....	80
5.3.2	Determinação do vigor das sementes.....	81
5.3.3	Análise estatística.....	83
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
5.4.1	Experimento safra 1: caracterização da qualidade fisiológica das sementes de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico.....	84
5.4.2	Experimentos safras 2 e 3: caracterização da qualidade fisiológica das sementes de variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico.....	88
5.5	CONCLUSÕES.....	93
<b>6</b>	<b>COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE VARIEDADES DE ARROZ SEQUEIRO CULTIVADAS EM DOIS SISTEMAS.....</b>	<b>97</b>
6.1	RESUMO.....	97
6.2	INTRODUÇÃO.....	98
6.3	METODOLOGIA.....	100
6.3.1	Teor de macronutrientes.....	100
6.3.2	Teor de micronutrientes.....	101
6.3.3	Análise estatística.....	101
6.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	102
6.4.1	Experimento safra 1: caracterização da composição química das sementes de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico...	102
6.4.2	Experimentos safras 2 e 3: caracterização da composição química das sementes de variedades de	



	arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico.....	107
6.5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	111
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	115
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	118
	<b>ANEXOS</b> .....	139
	<b>APÊNDICES</b> .....	143





## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O arroz (*Oryza sativa* L.) exerce um papel fundamental na alimentação humana, fornecendo energia, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. É caracterizado como principal alimento para mais da metade da população mundial, destacando-se, principalmente, em países em desenvolvimento, nos quais, desempenha função estratégica nos níveis econômico e social (WALTER et al., 2008).

A produção em sistema de sequeiro (terras altas) no Brasil ocupa aproximadamente 60% da área cultivada, e contribui com 40% da produção (DALCHIAVON et al., 2012), e em condições de cultivo com maior tecnologia pode alcançar produtividades de até 4.000 kg ha<sup>-1</sup> (SILVA, 2006).

Para manter a grande produtividade e o suprimento da demanda, faz-se necessário a utilização de variedades produtivas e adaptadas às condições de cultivo. Sabe-se que existe grande diversidade genética e diferentes variedades cultivadas no mundo, mesmo assim, o uso de variedades locais de arroz de sequeiro é limitado, e vem sendo substituído por cultivares melhoradas, com base genética menor, limitando o uso da biodiversidade de forma sustentável. O cultivo quando praticado com variedades locais favorece a ampliação e manutenção da diversidade genética, a maior resistência as adversidades climáticas, e favorece o desenvolvimento da agricultura familiar que se beneficia pelas condições locais (FONSECA et al., 2004; NODARI; GUERRA, 2015).

A agricultura familiar é definida por três atributos básicos: gestão, propriedade e trabalho familiares, ou seja, é aquela em que a gestão, a propriedade, e a maior parte do trabalho vêm de indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou de casamento (ABRAMOVAY, 1997), onde a família, ao mesmo tempo em que é proprietária dos meios de produção, assume o trabalho no estabelecimento produtivo (WANDERLEY, 1997).

A agricultura familiar está presente em mais de 500 milhões de pequenas propriedades no mundo, e representa, em média, mais de 80% das propriedades agrícolas em 93 países. No Brasil, a está presente em 84,4% dos estabelecimentos, ocupando 24,3% da área cultivada e 74,4% da mão de obra do setor agropecuário. Os agricultores familiares são responsáveis por 87% da produção de mandioca, 70% do feijão, 46% do milho, 34% do arroz, além de 58% do leite, 50% das aves e 59% dos suínos.

Como agricultores familiares estão incluídos produtores de pequeno e médio porte, camponeses, povos indígenas, comunidades tradicionais, pescadores artesanais e muitos outros, os quais detêm boa parte da experiência mundial em sustentabilidade, transmitida de geração em geração e aperfeiçoada a ponto de, muitas vezes, conseguir manter a produção mesmo em terras marginais (ICEPA, 2013).

A necessidade de sementes de variedades locais está ligada principalmente ao sistema orgânico de produção utilizado pelos agricultores familiares, os quais muitas vezes fazem uso de variedades melhoradas e híbridas não adaptadas aos sistemas de produção utilizados, e de certo modo incompatíveis com princípios ecológicos. As variedades locais das principais culturas geralmente apresentam boa qualidade nutricional, adaptação às condições locais e necessitam baixas quantidades de insumos agrícolas (NODARI; GUERRA, 2015).

A preservação desse material genético adaptado é fundamental para o futuro da agricultura e da Segurança Alimentar e Nutricional, bem como para independência dos agricultores. Além da produção de alimentos básicos de qualidade, essas variedades asseguram a produção ao longo dos anos e garantem que as futuras gerações também possam utilizar os mesmos recursos genéticos, necessários para a produção de alimentos.

Cada vez mais o cultivo orgânico está adquirindo importância crescente no setor agrícola de diversos países, sendo necessária a busca por formas de incentivos a esse tipo de cultivo, bem como adequações tecnológicas de produção conforme a realidade socioeconômica do produtor. Para isso é necessária a identificação de variedades produtivas, com sementes de qualidade e adaptadas aos sistemas de cultivo sustentáveis, podendo se constituir em uma maneira de incentivar e diversificar as oportunidades de rentabilidade dos produtores.

Uma vez que no sistema de cultivo orgânico o produtor não utiliza tratamento químico na cultura e nas sementes, é essencial que estas apresentem elevado potencial fisiológico (qualidade física, fisiológica, genética e sanitária) para que ofereçam bom desempenho nas condições de campo. O uso de variedades locais adaptadas às condições de cultivo locais, é uma necessidade, e também é uma alternativa para o desenvolvimento da agricultura familiar.

Considerando que o cultivo de variedades locais pelos agricultores proporciona a conservação dos recursos genéticos, o seu estudo e caracterização de acordo com os atributos agronômicos, composição química das sementes, e as influências do clima nos diferentes anos de cultivo, é imprescindível para viabilizar o uso pelos agricultores.

O presente trabalho tem como objetivos:

1. Determinar quais os componentes de rendimento que contribuem de forma mais eficiente na produtividade de variedades locais de arroz de sequeiro no sistema de cultivo orgânico, bem como caracterizar e determinar a produtividade destas variedades nos sistemas de cultivo convencional e orgânico.
2. Caracterizar a qualidade fisiológica das sementes das variedades locais de arroz sequeiro no sistema de cultivo orgânico e indicar as mais promissoras

tanto no sistema de cultivo orgânico como no convencional.

3. Determinar a composição química das sementes de variedades locais de arroz de sequeiro provenientes do sistema de cultivo convencional e orgânico, bem como verificar a existência de correlação do teor de proteína com a qualidade fisiológica das sementes produzidas no sistema de cultivo orgânico.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DO ARROZ

O arroz é uma espécie hidrófila, cujo processo evolutivo possibilitou se adaptar a diferentes condições do ambiente, podendo ser cultivado em ecossistemas de várzeas, sendo irrigado por inundação controlada, ou no sistema de sequeiro, no qual a cultura poderá ser conduzida sem irrigação, dependendo da água provinda da chuva, ou com irrigação suplementar, através de aspersão (GUIMARÃES et al., 2006).

O arroz produzido no Brasil provém de sistema de cultivo em sequeiro (terras altas) e de várzeas (irrigado). A área de cultivo do arroz de sequeiro no Brasil equivale ao irrigado, porém seu cultivo, a cada ano, vem diminuindo a cada safra.

O Brasil é o 9º produtor de arroz do mundo e o maior entre os países não orientais (FAO, 2015). Depois do milho e do trigo, o arroz é o cereal mais produzido no mundo. É cultivado em todos os continentes, com maior concentração no asiático, destacando-se a China e a Índia, responsáveis por 30,0% e 22,6% da produção mundial, respectivamente.

A produção nacional de arroz na safra 2013/2014 totalizou 12,1 milhões de toneladas, com área cultivada de 2,38 milhões de hectares e produtividade média de 5.095 kg ha<sup>-1</sup>. O Estado de Santa Catarina cultivou em torno de 150 mil hectares, com produção de 1.067 mil toneladas e um rendimento médio de 7.110 kg ha<sup>-1</sup> (142,2 sacos ha<sup>-1</sup>), ocupando segundo lugar nacional, com praticamente toda a produção em sistema de várzea (CONAB, 2014).

O arroz de sequeiro é cultivado em praticamente todo o Estado, principalmente na Região Oeste. Seu cultivo vem, a cada ano, perdendo espaço para a exploração de outras lavouras, principalmente de fumo, milho e feijão (ICEPA 2009). Atualmente, o arroz de sequeiro é cultivado em

aproximadamente 1.300 ha, com produção em torno de 1.400 kg ha<sup>-1</sup> em anos sem estiagem, e a produção é feita com sementes de variedades locais, selecionadas pelos próprios agricultores e destinadas em sua maioria ao consumo familiar (IBGE 2012).

As cultivares utilizadas no ecossistema de sequeiro são classificadas em dois grupos: tradicionais e modernas. As cultivares tradicionais apresentam porte elevado, folhas decumbentes, baixo perfilhamento e nível considerado de tolerância ao estresse hídrico, sendo recomendadas para áreas sem irrigação, enquanto as cultivares modernas são mais produtivas, apresentam porte baixo, folhas eretas, alto nível de perfilhamento e baixa tolerância a déficit hídrico, sendo recomendada para áreas com distribuição pluviométrica regular ou áreas irrigadas por pivô (BRESEGHELLO; CASTRO; MORAIS, 1998). O arroz de sequeiro caracteriza-se ainda pelo seu desenvolvimento em solos de baixa fertilidade e pelo baixo custo de produção (MORAES et al., 2004). Entretanto isso deixa as variedades modernas mais vulneráveis.

## 2.2 A PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO ARROZ

A produtividade é resultado da expressão e associação de diferentes componentes (CARVALHO et al., 2002; DEWEY; LU, 1959; NEDEL, 1994). A complexidade do rendimento de grãos nas culturas varia em função de vários componentes agromorfológicos associados à produtividade e suas interações com o ambiente (CHIKKADEVIAH et al., 2002; GUIMARÃES et al., 2002).

Na cultura do arroz, a produtividade é definida pelo: número de panículas por área, número de grãos por panícula e massa de mil grãos (MARCHEZAN et al., 2005), que são considerados componentes de rendimento, refletindo na produtividade. Através do estudo dos componentes de rendimento, aliados ao melhoramento de plantas e ao uso de

práticas culturais adequadas é possível identificar e estabelecer os caminhos para aumento da produtividade das culturas (ZAFFARONI et al., 1998). O conhecimento do grau de associação desses componentes, por meio de estudos de correlações, possibilita identificar caracteres que possam ser usados como critérios de seleção indireta para a produtividade (HOOGERHEIDE et al., 2007). A análise de trilha é um meio eficiente para desdobrar os coeficientes de correlação em efeitos diretos e indiretos. Além de permitir uma avaliação crítica das forças específicas que atuam em determinada estimativa de correlação, e de medir a importância relativa de cada componente sobre o caráter principal (DEWEY; LU, 1959).

Desta forma, a caracterização de variedades locais de arroz possibilita identificar as mais promissoras para altas produtividades e através das associações entre os caracteres indicar quais componentes de rendimento contribuem de forma mais significativa para a produtividade. A fim de atender o crescimento da demanda por grãos de arroz, a escolha de variedades produtivas com agrônomicas desejáveis para ecossistemas diversificados, como o cultivo orgânico é, portanto, uma necessidade.

### 2.3 SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO

A agricultura orgânica é um sistema de produção agrícola fundamentado em princípios ecológicos, que busca a preservação do meio ambiente, através do manejo adequado de recursos naturais e do solo, nutrição vegetal, proteção de plantas e valorização dos recursos humanos (PENTEADO, 2010).

Santa Catarina se caracteriza pela predominância de estilo de agricultura familiar de pequenas propriedades. A agricultura orgânica aparece como experiência emergente da agricultura familiar no estado e uma importante oportunidade

de renda para os pequenos produtores (ZOLDAN; MIOR, 2012). Conforme os mesmos autores, a agricultura orgânica é uma estratégia perfeitamente adequada às condições socioeconômicas, edafoclimáticas, produtivas e mercadológicas do estado de Santa Catarina.

O cultivo em sistema orgânico torna-se uma real possibilidade para estes produtores, para isso é necessária a identificação de variedades produtivas, com boa qualidade e adaptadas ao local de cultivo, podendo-se constituir em uma maneira de incentivar e diversificar as oportunidades de rentabilidade aos produtores.

A agricultura orgânica parece não somente como forma alternativa ao sistema agroindustrial atual da agricultura, mas também como forte base para mudança de paradigma da relação da sociedade com a agricultura. O resgate das questões sociais, ecológicas e ambientais no trato com a agricultura é o grande diferencial desse sistema, pois permite a equidade e o equilíbrio das relações e a sua sustentabilidade no tempo e no espaço (VIDAL, 2011).

## 2.4 UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE VARIEDADES LOCAIS

As variedades locais são cultivadas prioritariamente para a alimentação humana e seus produtos são típicos da cultura das comunidades locais. Essas variedades são consideradas reservatórios naturais de genes com potencial de uso para a produção sustentável de alimentos, fibras e medicamentos, entre outros, e devido a sua heterogeneidade e variabilidade são capazes de se adaptar às condições locais (NODARI; GUERRA, 2015).

A produção de sementes de variedades locais feita pelos agricultores familiares recebe tratamento especial da legislação de sementes. A Lei de Sementes e Mudanças 10.711 de 05 de agosto de 2003 (Art. 2º, inciso XVI) (BRASIL, 2003), trata das



cultivares locais, tradicionais ou crioulas, e caracteriza estas como variedades desenvolvidas, adaptadas ou produzidas por agricultores, os quais mantêm as sementes dessas variedades em suas propriedades, e podem multiplicar, trocar e comercializar essas sementes entre si, ou através de programas públicos de distribuição ou troca de sementes.

A seleção, melhoramento, produção e difusão das sementes dessas variedades são feitos pelos próprios agricultores (ALMEKINDERS; LOUWAARS, 1999), os quais controlam os recursos genéticos das plantas de maneira integrada e com diferentes finalidades (BOEF, 2007). A utilização de sementes de qualidade representa o passo inicial para o sucesso da exploração agrícola, e pode maximizar o desempenho produtivo das lavouras da agricultura familiar.

As sementes das variedades locais exercem papel fundamental no desenvolvimento de sistemas agroecológicos, visto que mesmo em condições ambientais adversas, como as frequentemente encontradas na realidade da agricultura familiar, as variedades locais são capazes de manter produções satisfatórias (CORREA; WEID, 2006). De acordo com Penteadó (2010), o produtor orgânico, quando possível, deve produzir a sua própria semente, levando em conta sempre a resistência e adaptação as condições locais. Além de que, no caso de agricultores de baixa renda, a possibilidade de eliminar os custos com a aquisição de sementes comerciais também tem um peso significativo na escolha das sementes locais (SANTILLI, 2012).

A produção, processamento, armazenamento, distribuição e a comercialização de produtos orgânicos é regulamentada pela Lei da Agricultura Orgânica 10.831/2003, porém a lei não especifica a questão das sementes nos sistemas orgânicos de produção. Entretanto, a Instrução Normativa da Produção Orgânica nº 17 de 18/06/2014 traz um capítulo que trata dos Sistemas Produtivos e das Práticas de Manejo, e inclui uma Seção sobre Sementes e Mudanças, e no Art. 100 determina

que na agricultura orgânica, as sementes e mudas devem ser oriundas de sistemas orgânicos.

## 2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

A qualidade das sementes é um fator de extrema importância para o sucesso de qualquer cultura, à qual se busque uniformidade, proveniente de atributos como alta qualidade genética, sanitária, física e fisiológica (MARCOS FILHO et al., 1987). No cultivo de arroz de sequeiro a qualidade das sementes serve como indicador para desenvolvimento de plântulas, consistência e resultado final da lavoura (SANTIPRACHA et al., 1992), especialmente no sistema de agricultura orgânica que não faz uso de fertilizantes sintéticos (LAMPKIN; PADEL, 1994).

Para o agricultor, a qualidade da semente é de fundamental importância, porque somente sementes de elevado nível de qualidade propiciam a maximização da ação dos demais insumos e fatores de produção empregados na lavoura (CARRARO, 2001). A qualidade fisiológica das sementes influencia diretamente o estande inicial de plantas, refletindo-se no rendimento da cultura. O uso de sementes de alta qualidade aumenta a eficiência da produção sob o sistema de cultivo orgânico, reduzindo os riscos, produzindo plântulas saudáveis, com taxa de crescimento consistente e rápido (NOKKOUL; WICHITPARP, 2009).

A semente é morfologicamente idêntica ao grão comercial. Entretanto, semente é aquela produzida com a finalidade de semeadura, sob cuidados especiais e obedecendo a normas técnicas, procedimentos e padrões estabelecidos pela legislação (UTINO; PETERS, 2006). Segundo Azevedo e Faria (1982), a semente difere do grão comercial quanto aos cuidados que lhe são atribuídos, desde a fase de produção até o beneficiamento, armazenagem e transporte. Esses procedimentos devem obedecer às normas específicas para

produção, comercialização e utilização de sementes definidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Instrução Normativa 45 de 17 de setembro de 2013.

Como organismo vivo, requer cuidados específicos para a sua produção, pois é necessário preservar a capacidade de produzir uma nova planta, perfeitamente sadia e vigorosa e que retrate todas as particularidades inerentes à espécie vegetal a que pertence (LUIZ, 1999).

### **2.5.1 Germinação e vigor**

A caracterização da qualidade fisiológica das sementes é feita principalmente pela germinação e o vigor. O teste de germinação é utilizado, rotineiramente, para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, por apresentar condições ideais para pleno desenvolvimento das plântulas e possibilitar ao lote expressar seu máximo desempenho nessas condições. O teste de germinação é padronizado e apresenta ampla possibilidade de repetição dos resultados (MARCOS FILHO, 1999).

De acordo com Franco e Petrini (2002), o teste padrão de germinação é utilizado para medir a viabilidade e prever a emergência a campo quando a semeadura é realizada em condições ideais de solo. Segundo os mesmos autores, tais condições raramente ocorrem e esse parâmetro de avaliação da viabilidade sobre-estima a emergência a campo, devido ao fato de que o vigor das sementes integra fatores que vão além da simples viabilidade.

O vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições de ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (VIEIRA; CARVALHO, 1994). O teste de vigor tem por objetivo distinguir os níveis de qualidade fisiológica das sementes, que não são possíveis de serem detectados pelos testes de germinação. Esses testes são baseados em métodos de avaliação realizados em laboratório, a

fim de reproduzir situações verificadas a campo após a sementeira, ou para estudar características fisiológicas das sementes relacionadas ao seu desempenho em campo ou durante o armazenamento (KRYZANOWSKY; FRANÇA NETO, 1999).

No caso do arroz, os testes utilizados para avaliar o vigor das sementes são: a) envelhecimento acelerado: avalia o potencial fisiológico através da aceleração do metabolismo da semente para simular condições de armazenamento; b) teste de frio: expõe as sementes a fatores adversos de baixa temperatura e alta umidade para avaliar o potencial fisiológico através da tolerância a condições de baixa temperatura no período de emergência e obter informações sobre o vigor das sementes para fins de se antecipar a sementeira a campo; c) velocidade de emergência e classificação do vigor de plântulas: avaliam a velocidade e uniformidade de emergência das sementes.

Os testes de germinação e vigor são componentes essenciais no controle de qualidade de sementes, pois juntos permitem identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho no campo ou durante o armazenamento (MARTINS et al., 2002). Para a obtenção de informações mais consistentes em relação ao vigor das sementes, o ideal é fazer uma combinação de testes, cujos princípios se relacionem diretamente aos objetivos pretendidos (MARCOS FILHO, 1999).

## 2.6 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES

A determinação da composição química das sementes de arroz pode ter duas aplicações: tanto a qualidade da semente, em termos de multiplicação, quanto no consumo como alimento (COELHO et al., 2011). As diferenças de qualidade fisiológica, especificamente o vigor pode estar relacionado a composição química das sementes, e de modo geral, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será

o vigor das plântulas originadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A composição química é definida geneticamente, apesar de poder ser, até certo ponto, influenciada pelas condições ambientais a que foram submetidas as plantas que as originaram (PEREIRA et al., 2011; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Conforme Sá (1994), a disponibilidade de nutrientes influencia a composição química da semente, a formação do embrião e das estruturas de reserva e, conseqüentemente, o desempenho fisiológico da semente.

Os teores médios citados para sementes de arroz são os seguintes: proteína 4,3 -18,2%; fósforo (1,7-4,3 g kg<sup>-1</sup>), potássio (0,6-2,8 g kg<sup>-1</sup>), ferro (2-52 mg kg<sup>-1</sup>) e zinco (6-28 mg kg<sup>-1</sup>) (LUMEN; CHOW, 1995; JULIANO, 1985). Coelho et al (2011), caracterizando variedades locais, encontraram em média 10,9% de proteína bruta, 3,2 g kg<sup>-1</sup> de fosforo e 0,9 g kg<sup>-1</sup> de potássio.

Os componentes presentes nas sementes são oriundos da translocação de elementos acumulados anteriormente em outras partes da planta ou através de fotossintetização, por ocasião da formação e desenvolvimento da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Os minerais encontrados são os mesmos presentes em outras partes da planta, macro e micronutrientes, formados por fosfatos, sulfato de potássio, magnésio e cálcio, além de compostos nitrogenados, como as proteínas.

A determinação do teor de proteínas não é um teste de vigor, porém, os resultados mostraram a possibilidade de associá-la à avaliação do potencial fisiológico das sementes, porque as proteínas catalisam reações químicas ou servem para formar novos tecidos nos pontos de crescimento do embrião (MARCOS FILHO, 2005). De acordo com Bortolotto et al. (2008), o teor de proteína total das sementes pode ser utilizado para diferenciar lotes de arroz e trata-se de uma determinação promissora na identificação da qualidade fisiológica, e esse

fato está indiretamente relacionado à eficiência do metabolismo, à velocidade de formação e ao vigor das plântulas.

### 3 METODOLOGIA GERAL

As variedades avaliadas foram cultivadas em experimentos, conduzidos nas safras agrícolas de 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014 (safras 1, 2 e 3 respectivamente), na Estação Experimental da Epagri no município de Campos Novos – SC (latitude: 27° 22' S; longitude: 51° 13' W; altitude: 925 m; temperatura média anual de 17 °C; precipitação média anual: 1800 mm) (DUFLOHT et al., 2005).

As sementes utilizadas foram inicialmente coletadas junto aos agricultores detentores dessas variedades e multiplicadas pela Epagri/Campos Novos – SC, em sistema de cultivo orgânico safra 2010/2011, conforme descrito por Coelho et al. (2014). As sementes para a condução do sistema convencional foram multiplicadas na safra 2011/2012 em parcela única para cada variedade, com quatro fileiras de 8 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m entre si, e a área útil composta pelas duas fileiras centrais.

No experimento conduzido na safra 1, foram caracterizadas as variedades em sistema de cultivo orgânico. Nos experimentos conduzidos nas safras 2 e 3 foram caracterizadas as variedades nos sistemas de cultivo convencional e orgânico. Os tratamentos eram compostos por 11 variedades locais de arroz sequeiro e duas variedades comercializadas na região (Quadro 1).

Na safra 1, o experimento foi conduzido em condições de campo, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Nas safras 2 e 3 foi adotado o delineamento em blocos ao acaso no arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições por tratamento. Os cultivos convencional e orgânico constituíram as parcelas principais, enquanto que as variedades delimitaram as subparcelas. As unidades experimentais foram compostas por quatro linhas de 4 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m entre si. Como área útil utilizou-se as duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m em cada extremidade. Em todas as safras

a semeadura foi realizada manualmente com densidade de 100 sementes  $m^{-2}$ , nos dias 10/10/2011, 20/10/2012 e 09/10/2013.

No sistema de cultivo orgânico foi realizada adubação orgânica com cama de aves, em quantidade semelhante a utilizada pelos agricultores da região. Na safra 2011/2012 foram utilizadas 10 t  $ha^{-1}$  (base seca), sendo 5 t  $ha^{-1}$  após incorporação da cobertura de inverno, 1,7 t  $ha^{-1}$  no momento da semeadura e 3,3 t  $ha^{-1}$  em cobertura, aos 50 dias após a emergência. Nas safras 2012/2013 e 2013/2014 foram utilizadas 5 t  $ha^{-1}$  (base seca), sendo 1,7 t  $ha^{-1}$  na semeadura e 3,3 t  $ha^{-1}$  em cobertura. Na primeira safra foi utilizada uma quantidade maior para corrigir a baixa fertilidade do solo. Cada tonelada de cama de aviário forneceu em média 10 kg de nitrogênio, 30 kg de fósforo e 16 kg de potássio.

No sistema convencional, a adubação foi realizada considerando um potencial produtivo da cultura de 2.000 kg  $ha^{-1}$ , conforme recomendações técnicas da comissão de química e fertilidade do solo (CQFS, 2004). Na safra 2011/2012 foram utilizados 112 kg  $ha^{-1}$  da fórmula 5-20-10 na semeadura e 65 kg  $ha^{-1}$  de ureia em cobertura, aos 50 dias após a emergência. Nas safras 2012/2013 e 2013/2014 foram utilizados 200 kg  $ha^{-1}$  da fórmula 5-20-10 na semeadura e 65 kg  $ha^{-1}$  de ureia 50 dias após a emergência. O solo predominante no local do experimento caracteriza-se como Nitossolo Vermelho, e em ambas as safras foram coletadas amostras para análise do solo (Anexo 1). Para ambos os sistemas de cultivo, o controle de plantas daninhas em todo o experimento foi realizado com capinas sempre que necessário.

Sempre que necessária, devido à distribuição irregular das chuvas no município, foi utilizada irrigação através de um sistema por aspersão convencional, com precipitação de 8,0 mm  $hora^{-1}$ , até que fosse atingida uma lâmina de 16 mm.

Os dados meteorológicos de precipitação pluviométrica, temperatura máxima, média e mínima, e umidade relativa do ar foram coletados durante a condução do experimento na Estação



Meteorológica da Epagri de Campos Novos - SC, localizada junto à área experimental (Anexos 2, 3 e 4).

**Quadro 1: Identificação e município de origem das variedades utilizadas nos experimentos**

<b>Variedade</b>	<b>Tempo de conservação (anos) *</b>	<b>Município de origem</b>
Agulha	8	Guaraciaba/SC
Rosa 15	22	Guaraciaba/SC
Mato Grosso	21	Guaraciaba/SC
Gomes	15	Guaraciaba/SC
Preto	2	Guaraciaba/SC
Argentino	1	Guaraciaba/SC
Kinsel	15	Guaraciaba/SC
Camilo	2	Guaraciaba/SC
Piriquito	10	Anchieta/SC
Casca roxa	5	Formosa do Sul/SC
Caipira	Sem informação	Sem informação
Primavera	Variedade comercial	Sem informação
Cambará	Variedade comercial	Sem informação

\* Tempo que a variedade está sob cuidados do mantenedor.

Fonte: produção própria autora, 2015.

## **4 DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE ARROZ SEQUEIRO PRODUZIDAS EM DOIS SISTEMAS DE CULTIVO.**

### **4.1 RESUMO**

A caracterização agronômica de variedades de arroz possibilita a identificação das mais produtivas bem como dos componentes de rendimento que mais influenciam a produtividade. O objetivo do trabalho foi determinar os componentes de rendimento que contribuem de forma mais eficiente na produtividade de sementes de variedades locais de arroz de sequeiro em sistema de cultivo orgânico, bem como caracterizar e determinar a produtividade destas variedades, nos sistemas de cultivo convencional e orgânico. Os experimentos foram conduzidos no município de Campos Novos, SC, nas safras de 2011/2012, 2012/2012 e 2013/2014 com 11 variedades locais de arroz de sequeiro: Agulha, Rosa 15, Mato Grosso, Gomes, Preto, Argentino, Kinsel, Camilo, Piriquito, Casca Roxa e Caipira e duas variedades comerciais: Primavera e Cambará. Na safra 1, o experimento foi conduzido em cultivo orgânico, em blocos ao acaso, quatro repetições e nas safras 2 e 3 em cultivo orgânico e convencional em blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as variedades foram diferenciadas pelo teste de Scott-Knott. A quantificação dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres avaliados sobre a produtividade foi efetuada com análise de trilha. Constatou-se diversidade genética entre as variedades para todos os caracteres avaliados. O número de panículas  $m^{-2}$  foi o componente de rendimento que mais contribuiu para a produtividade de sementes das variedades locais em sistema de cultivo orgânico, indicando que essa é uma característica importante na escolha de variedades visando o aumento da produtividade. As variedades apresentaram produtividade

média de 2.303 kg ha<sup>-1</sup> na safra 1, de 1.711kg ha<sup>-1</sup> na safra 2 e de 3.534 kg ha<sup>-1</sup> na safra 3, e as melhores produtividades foram obtidas nas safras onde a semeadura foi mais precoce e a temperatura durante a maturação das sementes se manteve próxima a 20 °C. As variedades, Piriquito, Argentino, Gomes, Kinsel apresentaram produtividade superior a 2.000 kg ha<sup>-1</sup> em todas as safras, mostrando que estas são mais adaptadas a região avaliada e podem ser indicadas como promissoras para o cultivo local sob condições de cultivo orgânico.

**Palavras-chave:** Análise de trilha. Caracterização. Variabilidade genética.

## 4.2 INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz no Brasil é feito tanto em sistema de sequeiro como em irrigado (ALVAREZ et al., 2012). O cultivo em sequeiro é o mais representativo em número de estados produtores, sendo a região Centro Oeste a maior produtora. Em Santa Catarina, o arroz de sequeiro pode ser produzido em praticamente todo o estado, mas na Região Oeste existe um maior interesse nesse cultivo. Além de trazer ao produtor a oportunidade de diversificar sua produção, apresenta outros benefícios como utilização em rotação com outras culturas, melhorando as características do solo e quebrando ciclo de pragas e doenças.

No Estado atualmente são cultivados cerca de 1.300 ha, com produção em torno de 1.400 kg há<sup>-1</sup>. Esse cultivo vem perdendo espaço para a exploração de outras culturas, devido à baixa produtividade e rentabilidade, causadas principalmente pela falta de variedades adaptadas às condições de cultivo.

O decréscimo acentuado na área de produção de arroz de sequeiro no Estado de Santa Catarina coloca em alerta a necessidade do resgate de variedades locais visando à preservação deste recurso genético, quer seja para a produção

de subsistência u como fonte de genética para programas de melhoramento.

Santa Catarina caracteriza-se pela predominância de agricultura familiar com pequenas propriedades. O resgate de variedades locais para a produção em cultivo orgânico e com adequações tecnológicas para a realidade socioeconômica do pequeno produtor, pode ser uma alternativa para agricultores familiares, e uma forma de incentivo à produção. Para isso é necessário, além do resgate das variedades locais de arroz, cultivadas pelos agricultores familiares, a caracterização dessas variedades em relação a produtividade, qualidade de sementes e adaptação às locais de cultivo específicos e sob sistema de cultivo orgânico.

Para identificar variedades produtivas deve ser dada atenção as suas características morfoagronômicas, principalmente as relacionadas à produtividade de sementes. A produtividade é um caráter complexo, resultante da expressão e da associação de diferentes componentes, os quais devem ser considerados na seleção de variedades (AMORIM et al., 2008). Na cultura do arroz a produtividade é definida pelo número de panículas por área, número de sementes por panícula e massa de mil sementes (MARCHEZAN et al., 2005), além destes existem outros caracteres agronômicos que se relacionam com a produtividade, e podem auxiliar na identificação de variedades mais produtivas.

A caracterização das variedades locais de arroz possibilita identificar as mais promissoras para altas produtividades e através das associações entre caracteres indicar quais componentes de rendimento contribuem de forma mais significativa para a produtividade. A fim de atender o crescimento da demanda por sementes de arroz, a escolha de variedades produtivas com caracteres agronômicos desejáveis para ecossistemas diversificados, como o cultivo orgânico, é uma necessidade.

Entretanto, a produtividade de uma variedade não depende somente de seu potencial, mas, também, das condições oferecidas para o seu desenvolvimento (MENEZES et al., 2011). Segundo Guimarães et al. (2002), as variedades respondem diferentemente dependendo das condições ambientais a que são expostas. Isso decorre da interação genótipo ambiente, na qual os genótipos se comportam de maneira diferenciada frente a variação dos fatores ambientais. Em outras palavras, uma variedade superior em determinado ambiente não necessariamente apresentará essa superioridade em outro ambiente ou ano agrícola. Assim a avaliação do desempenho das variedades baseado em apenas um ano e local de cultivo pode ser pouco eficiente, devido à variabilidade de resposta das variedades frente às condições ambientais do local, de acordo com os anos e épocas de cultivo. De acordo com Cargnelutti Filho et al. (2006), a presença de interação também é esperada em cada local, entre anos e épocas de cultivo.

Considerando que o cultivo de variedades locais pelos agricultores proporciona a conservação dos recursos genéticos, se faz necessário o seu estudo e caracterização de acordo com os interesses agrônômicos e as influências do clima nos diferentes anos de cultivo, necessários para viabilizar o uso pelos agricultores da região.

Este trabalho teve como objetivo determinar quais os componentes de rendimento que contribuem de forma mais eficiente na produtividade de variedades locais de arroz de sequeiro no sistema de cultivo orgânico, bem como caracterizar e determinar a produtividade destas variedades nos sistemas de cultivo convencional e orgânico.

#### 4.3 METODOLOGIA

Para a identificação dos estádios fenológicos de desenvolvimento das variedades foram realizadas visitas

periódicas. As avaliações foram feitas tomando-se por base o estágio de desenvolvimento populacional (50% + 1 planta por parcela), sendo os descritores associados a escala de Counce et al. (2000). Inicialmente foram contados o número de plantas emergidas (plantas m<sup>2</sup>) e o número de perfilhos (perfilhos m<sup>2</sup>). Durante o desenvolvimento da cultura foram avaliados os estádios fenológicos, caracteres morfológicos e os componentes do rendimento da cultura.

#### 4.3.1 Estádios fenológicos

- **Floração:** número de dias transcorridos da sementeira até quando 50% das panículas encontravam-se floridas (FONSECA et al., 2008);
- **Ciclo:** número de dias ocorridos da sementeira ao ponto de colheita, quando 2/3 das sementes das panículas estavam no ponto de maturidade fisiológica (FONSECA et al., 2008).

#### 4.3.2 Caracteres morfológicos

- **Altura de planta:** medida da superfície do solo até a extremidade da panícula do perfilho mais alto e calculada com base em uma amostragem de 20 plantas, a partir do enchimento das sementes (FONSECA et al., 2008);
- **Comprimento da panícula:** medida da base da panícula (nó ciliar) à ponta da última espiguetta, determinada na época da colheita, em 20 panículas colhidas ao acaso (FONSECA et al., 2008).

#### 4.3.3 Componentes do rendimento

- **Número de panículas viáveis:** realizada a contagem do número de panículas viáveis (com pelo

menos uma espiguetta cheia) nas plantas de uma área amostrada de 1,0 m<sup>2</sup> (FONSECA et al., 2008);

- **Número de sementes por panícula:** nas panículas avaliadas no item anterior, foram tomadas 10 panículas, ao acaso, sendo efetuada a contagem das sementes (cheias e vazias) cujos valores posteriormente foram usados para a obtenção da média de sementes por panícula (FONSECA et al., 2008);
- **Percentual de sementes cheias (%):** obtido de 10 panículas viáveis, considerando as sementes cheias (FONSECA et al., 2008);
- **Massa de mil sementes:** calculado com base na pesagem de oito repetições de 1000 sementes, tomadas ao acaso após a trilha e limpeza. Avaliação feita com as sementes completamente desenvolvidas e a amostra ajustada para 13% de umidade (BRASIL, 2009);

As parcelas foram colhidas manualmente em função da diferença temporal do ciclo de cada variedade, considerando 50% das panículas com as sementes no ponto de maturidade fisiológica. Após a colheita, foi realizada a secagem das plantas à sombra para posterior trilha manual e limpeza das sementes, separando-se a palha e as sementes chochas com auxílio de uma peneira, manualmente. A produtividade foi baseada no peso obtido na área amostrada de 1,0 m<sup>2</sup>, com umidade das sementes corrigida para 13%, expressa em kg ha<sup>-1</sup>.

#### 4.3.4 Análise estatística

Nas variáveis estudadas, inicialmente, foram conduzidos testes para verificação de normalidade e homogeneidade de variâncias. Não sendo constatada normalidade nas variáveis emergência, perfilhamento, floração, ciclo, número de panículas viáveis panículas m<sup>-2</sup>, e número de

sementes panícula<sup>-1</sup> procedeu-se com a transformação das mesmas aplicando-se a raiz quadrada. Para a variável percentagem de sementes cheias foi efetuada a transformação arco-seno.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as comparações entre as médias das variedades foram pelo teste de Scott-Knott, e entre os sistemas de cultivo pelo teste de Tukey. A comparação da produtividade das variedades locais com as variedades comerciais foi feita pelo teste Dunnett.

Para avaliar o grau de associação dos componentes de rendimento e caracteres agronômicos com a produtividade de sementes e medir a importância relativa de cada caractere sobre a produtividade, na safra 1, foi realizada a análise de trilha conforme um diagrama causal em duas cadeias, onde a produtividade foi considerada como variável básica. Na primeira cadeia os componentes do rendimento foram considerados como variáveis primárias e na segunda os demais caracteres foram considerados como variáveis secundárias. As análises foram conduzidas com os programas GENES (CRUZ, 2008) e ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

## 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **4.4.1 Experimento safra 1: caracterização e produtividade de variedades de arroz sequeiro no sistema de cultivo orgânico.**

Houve diferença significativa entre as variedades para os oito caracteres avaliados mostrando a existência de diversidade genética (Tabela 1).



**Tabela 1: Análise de variância dos caracteres agrônômicos, ciclo e componentes de rendimento de treze variedades de arroz sequeiro produzidas em sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Fontes de variação	GL	Quadrado médio							
		PER	ALT	CPA	CIC	NPM	PSC	MMS	PRD
Blocos	3	8,99*	198,25*	2,700*	0,050*	6,74*	0,058*	0,63 <sup>ns</sup>	1373451*
Variedades	12	18,9*	594,4*	3,359*	0,323*	12,25*	0,072*	54,7*	4953069,8*
Erro	36	2,45	27,62	0,9145	1,38	1,6	0,006	1,15	247120
CV (%)	-	12,23	5,82	4,39	1,41	10,15	6,82	0,64	21,58
Média	-	170	90,2	21,7	192	159	85	27,7	2.303

PER: número de perfilhos (perfilhos m<sup>-2</sup>); ALT: altura da planta (cm); CPA: comprimento da panícula (cm); CIC: ciclo (dias); NPM: número de panículas (panículas m<sup>-2</sup>); PSC: percentagem de sementes cheias (%); MMS: massa de mil sementes (g); PRD: produtividade (kg ha<sup>-1</sup>); \*significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

A produtividade média das variedades foi de 2.303 kg ha<sup>-1</sup>, superior àquela média alcançada no Estado de Santa Catarina (1.400 kg ha<sup>-1</sup>) para arroz de sequeiro. As maiores produtividades foram obtidas pelas variedades Piriquito (4.106 kg ha<sup>-1</sup>), Argentino (3.638 kg ha<sup>-1</sup>), Gomes (3.367 kg ha<sup>-1</sup>) e Camilo (3.361 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 2). A produtividade média também foi superior a encontrada por Gonçalves et al. (2011), com 17 variedades locais de arroz de sequeiro no Oeste de Santa Catarina, onde a média foi de 1.720 kg ha<sup>-1</sup>. É possível que as diferenças encontradas sejam devidas ao fato de que neste trabalho foi utilizada irrigação complementar, enquanto os demais autores relatam que a ocorrência de deficiência hídrica no período da floração da cultura resultou na baixa produtividade de sementes. Conforme Guimarães et al. (2011), o fornecimento adequado de água é muito importante para alcançar alta produtividade em arroz de sequeiro.

**Tabela 2: Caracterização agrônômica de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Variedades	PER	ALT	CPA	CIC	NPM	PSC	MMS	PRD
Agulha	152 b	78 c	21 b	191 c	117 c	80 b	25,3 h	1.216 d
Rosa 15	81 c	84 c	22 a	192 c	108 c	88 a	27,7 e	1.190 d
Mato Grosso	166 b	82 c	20 b	195 b	173 a	90 a	28,8 d	12.127 c <sup>2</sup>
Gomes	236 a	102 a	22 a	186 d	161 b	89 a	30,4 c	13.367 a <sup>2</sup>
Preto	250 a	102 a	22 a	185 d	199 a	84 b	24,1 i	12.087 c <sup>2</sup>
Argentino	254 a	93 b	20 b	184 d	216 a	93 a	30,5 c	13.638 a <sup>2</sup>
Kinsel	156 b	95 b	21 b	190 c	198 a	90 a	33,1 a	12.137c <sup>2</sup>
Camilo	201 a	105 a	23 a	203 a	149 b	86 b	32,5 b	13.361 a <sup>2</sup>
Piriquito	201 a	95 b	20 b	180 d	237 a	93 a	30,2 c	14.106 a <sup>2</sup>
Casca roxa	128 B	105 A	21 B	185 D	141 B	91 A	25,7 G	12.482 B <sup>2</sup>
Caipira	137 b	85 c	22 a	190c	156 b	87 a	27,2 f	12.728 b <sup>2</sup>
Primavera	164 b	73 d	22 a	201 a	118 c	78 b	22,3 j	848 d
Cambará	93 c	70 d	22 a	206 a	101 c	51 c	21,6 k	654

PER: número de perfilhos (perfilhos m<sup>-2</sup>); ALT: altura da planta (cm); CPA: comprimento da panícula (cm); CIC: ciclo (dias); NPM: número de panículas (panículas m<sup>-2</sup>); PSC: percentagem de sementes cheias (%); MMS: massa de mil sementes (g); PRD: produtividade (kg ha<sup>-1</sup>); Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Difere significativamente da variedade comercial Primavera, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Difere significativamente da variedade comercial Cambará, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Fonte: Pesquisa da própria autora, 2015.

A maioria das variedades locais apresentou, maior produtividade que as comerciais, a apenas as variedades Agulha e Rosa 15 não diferiram das variedades comerciais. Isto mostra que as variedades locais são mais adaptadas à região de cultivo onde foi realizado o experimento. Nas variedades comerciais foi comprometida a massa de mil sementes e o número de panículas m<sup>-2</sup>.

O ciclo variou de 180 dias (Piriquito) até 206 dias (Cambará) (Tabela 2). Tomando como base o trabalho de

Fonseca; Castro (2003), as variedades avaliadas são classificadas como tardias.

Em relação à altura da planta, com base na classificação de Fonseca et al. (2007), a variedade Agulha e as variedades comerciais Primavera e Cambará foram classificadas como de porte baixo (altura média menor do que 80 cm). As variedades Gomes, Preto, Camilo e Casca Roxa foram classificadas como de porte alto (altura média maior do que 100 cm) e as demais variedades foram classificadas como de porte médio (altura média de 80 a 100 cm) (Tabela 2).

No sistema de cultivo orgânico, a altura da planta pode ser uma característica importante, pois plantas altas têm vantagem na competição com ervas daninhas, no entanto, são mais propensas ao acamamento (FAGERIA, 2007). Apesar da diversidade observada quanto ao porte, não foram observados problemas de acamamento nas variedades avaliadas.

O caractere que apresentou maior diversidade entre as variedades foi a massa de mil sementes, a variedade Cambará apresentou o menor valor (21,6g) e a variedade Kinsel o maior valor (33,1g) (Tabela 2). A massa de sementes é um dos principais caracteres agronômicos relacionados com a produtividade em cereais, definida pela quantidade de assimilados (carboidratos) disponíveis e pela duração do período de enchimento de sementes, e pode ser variável entre variedades e até mesmo dentro da variedade, dependendo das condições do ambiente (FERRIO et al., 2006). Alta diversidade em relação a esse caractere em cultivares de arroz de sequeiro também foi observado por Bonow et al. (2007).

Segundo Ribeiro et al. (2010), a seleção indireta nos componentes primários da produção de sementes proporciona a identificação de variedades superiores. Além disso, deve ser analisada a natureza das relações entre outros caracteres agronômicos com a produtividade (componentes secundários), os quais indiretamente influenciam o rendimento.

A análise da correlação entre componentes do rendimento tem sido estudada, buscando caracteres que apresentem maior relação com a produtividade. Porém, podem ocorrer alguns equívocos nas estratégias de seleção de caracteres a partir da quantificação da magnitude das correlações entre estes caracteres. As estimativas de correlação simples não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas desses caracteres que compõem o rendimento (GONDIM et al., 2008), apenas a intensidade e a direção da relação entre dois ou mais caracteres (YADAV et al., 2011).

Por isso, procedeu-se à análise de trilha, que segundo Silva et al. (2005), proporciona um conhecimento detalhado das influências dos caracteres envolvidos, e justificam a existência de correlações positivas e negativas, de alta e baixa magnitude, entre os caracteres estudados.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica, para os caracteres avaliados possibilitou avaliar a magnitude e o direcionamento das influências de um caráter em relação ao outro. Após a análise de trilha observou-se a concordância de sinais nas correlações fenotípicas e genotípicas com a produtividade (PRD) para a maioria dos caracteres. Quanto às magnitudes, as correlações genotípicas foram superiores às correlações fenotípicas, entretanto com valores de magnitude próxima, refletindo a pequena influência ambiental sobre a associação das variáveis e demonstrando o maior efeito do genótipo sobre os caracteres avaliados.

Em relação aos componentes de rendimento, foi possível observar que todos apresentaram alta correlação fenotípica e genotípica positiva com a produtividade, bem como efeitos diretos e indiretos positivos (Tabela 3). A partir da estimativa de correlação observou-se que alguns componentes apresentaram maior contribuição favorável.

**Tabela 3: Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos e genotípicos quanto aos efeitos diretos e indiretos dos componentes de rendimento sobre a produtividade de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Caracteres	NPM		MMS		PSC	
	FE	GE	FE	GE	FE	GE
ED sobre PRD	0,481	0,564	0,328	0,288	0,158	0,131
EI via:						
NPM	-	-	0,286	0,36	0,322	0,403
MMS	0,194	0,183	-	-	0,233	0,215
PSC	0,106	0,093	0,112	0,097	-	-
Total	0,782	0,841	0,726	0,745	0,714	0,749

FE: correlação fenotípica; GE: correlação genotípica; ED: efeito direto; PRD: produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); EI: efeito indireto; NPM: número de panículas  $\text{m}^{-2}$ ; MMS: massa de mil sementes; PSC: porcentagem de sementes cheias.

Fone: pesquisa da própria autora, 2015.

O número de panículas  $\text{m}^{-2}$  (NPM) foi o caractere que apresentou os maiores valores de correlação fenotípica (0,782) e genotípica (0,841) e os maiores efeitos diretos sobre PRD (0,481 e 0,564 respectivamente), evidenciando que esse componente do rendimento foi o que teve maior associação com a PRD, e que variedades que produziram um maior NPM foram as mais produtivas (Tabela 3).

Para a massa de mil sementes (MMS), observou se correlação fenotípica (0,726) e genotípica (0,745) e efeitos diretos positivos, porém de menor magnitude (0,328 e 0,288 respectivamente). A porcentagem de sementes cheias (PSC) apresentou os menores valores de correlação, mas ambas positivas (fenotípica: 0,714 e genotípica 0,749) e os menores valores de efeitos diretos (0,158 e 0,131 respectivamente).

Essa constatação corrobora com Krishnan; Surya Rao (2005), que obtiveram resultados semelhantes, ao avaliar 12 genótipos de arroz em três safras, e concluíram que o elevado rendimento de alguns genótipos é correlacionado com a sua elevada quantidade de panículas m<sup>-2</sup> e a maior proporção de sementes de alta densidade, e que esses caracteres podem ser afetados pelo ambiente do campo de produção.

Segundo Fageria (2007), os principais componentes de rendimento são o número de panículas por unidade de área, o número de sementes por panícula, o peso das sementes, e o percentual de sementes cheias. Para o mesmo autor, a variação na produtividade devido aos componentes de rendimento é dada pela seguinte ordem: número de panículas por área > percentual de sementes cheias > massa das sementes. Os trabalhos de Jambhulkar; Bose (2014), Seesang et al. (2013) e Zahid et al. (2006), salientam que para o aumento da produtividade de sementes em genótipos arroz devem ser observados caracteres como o número de sementes por panícula e a massa de mil sementes.

Relatos diferentes aos observados foram feitos por autores, que constataram ao avaliar ensaios de competição de genótipos de arroz durante quatro safras que a massa de mil sementes foi o componente de produção com maior efeito no aumento do rendimento da cultura, e em contrapartida, o número de espiguetas chochas foi o mais influente na redução da produtividade (MARCHEZAN et al., 2005), da mesma forma por Guimarães et al. (2008), avaliando 5 cultivares de arroz, relatam que para a obtenção de cultivares mais produtivas é necessário o aumento do índice de colheita e da massa das sementes, e a redução da esterilidade das espiguetas devido às suas altas correlações negativas com a produtividade.

Em relação aos caracteres agronômicos, a altura de planta (ALT) apresentou estimativas de correlação genotípica (0,756) e fenotípica (0,728) alta com a produtividade (PRD), e os maiores efeitos diretos (0,984 e 0,632 respectivamente),

indicando que entre os caracteres secundários a ALT foi o que teve maior contribuição para essa variável, ou seja, as variedades com maiores valores de ALT foram as mais produtivas (Tabela 4).

**Tabela 4: Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos e genotípicos quanto aos efeitos diretos e indiretos de caracteres agrônômicos e ciclo na produtividade de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Caracteres	PER		ALT		CPA		CIC	
	FE	GE	FE	GE	FE	GE	FE	GE
Correlação								
ED sobre PRD	0,268	0,243	0,632	0,984	-0,306	-0,728	0,018	0,511
EI via:								
PER	-	-	0,15	0,151	-0,047	-0,039	0,114	-0,119
ALT	0,355	0,611	-	-	0,092	0,138	-0,343	-0,535
CPA	0,054	0,119	0,044	-0,102	-	-	-0,151	-0,511
CIC	0,007	-0,229	-0,009	-0,277	0,009	0,358	-	-
TOTAL	0,669	0,745	0,728	0,756	0,252	-0,272	0,590	-0,644

FE: correlação fenotípica; GE: correlação genotípica; ED: efeito direto; PRD: produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); EI: efeito indireto; PER: número de perfilhos  $\text{m}^2$ ; ALT: altura da planta (cm); CPA: comprimento da panícula (cm); CIC: ciclo (dias).

Fonte: pesquisa da própria autora, 2015.

Fageria (2007) salienta que além dos componentes da produtividade, o rendimento de sementes do arroz também está associado positivamente com altura de plantas, massa da parte aérea e índice de colheita, como observado por Jambhulkar; Bose (2014), avaliando 22 genótipos de sequeiro, onde a altura da planta apresentou associação positiva significativa com a produtividade, e efeito direto fenotípico e genotípico positivo sobre a produtividade.

No entanto, Tehrim et al. (2012) estudando um grupo de 68 variedades comerciais e tradicionais de arroz encontraram correlação negativa da altura da planta com o

rendimento de sementes por planta, e Akhtar et al. (2011) não encontraram associação da altura de planta com a produtividade.

O número de perfilhos por metro quadrado (PER) apresentou estimativas de correlação fenotípica e genotípica positiva (0,669 e 0,745 respectivamente) bem como efeito direto fenotípico e genotípico positivo (0,268 e 0,243 respectivamente), indicando que esse caractere também teve contribuição para a variável PRD (Tabela 4). Concordando com os trabalhos de Akhtar et al. (2011) e Agahi et al. (2007) que identificaram através da análise de trilha forte associação e efeito direto do número de perfilhos sobre o rendimento de sementes de arroz, bem como do número de sementes cheias por panícula e a massa de mil sementes.

Para Zia-UI-Qamar et al. (2005) e Seesang et al. (2013) o número de perfilhos produtivos é um dos caracteres mais importantes e que deve ser considerado para a melhoria da produtividade do arroz. Devido à emissão de perfilhos, ocorre uma compensação entre as plantas de arroz, e à medida que a densidade de plantas é alterada, o número de perfilhos por planta também sofre alteração, e assim ocorre um ajustamento no número de panículas por planta conforme a variação da densidade, de modo que o número de panículas e de sementes por área seja relativamente constante (GUIMARÃES et al., 2008; FAGERIA, 2007). Este caractere sofre influência das condições ambientais (luz, temperatura, umidade do solo e conteúdo de N disponível) e é controlado geneticamente. Plantas com alta capacidade de perfilhamento apresentam capacidade de utilizar ao máximo o espaço e os recursos disponíveis (FAGERIA, 2007).

O ciclo (CIC) apresentou correlação fenotípica (-0,590) e genotípica (-0,644) negativas, mas efeito direto fenotípico (0,018) e genotípico positivos (0,511), indicando ausência de causa e efeito, o que dificulta a indicação destes caracteres



como componentes importantes para identificar o potencial das variedades.

Segundo Cruz e Regazzi (1997), caracteres que apresentam efeito direto em sentido contrário à correlação com a variável principal indicam ausência de causa e efeito, sugerindo que o caráter auxiliar não é o principal determinante das alterações na variável básica.

O desempenho agrônômico das variedades locais avaliadas mostrou-se altamente eficiente nas condições de cultivo orgânico, o que favorece a manutenção destas variedades locais e demonstra que o potencial de seu uso é real e altamente promissor. Isso indica a necessidade de mais estudos destes materiais que demonstram elevada contribuição genética para a maioria dos caracteres agrônômicos avaliados, indicando elevada diversidade entre as variedades. Como se trata de uma espécie autógama há evidências que dentro da população existe estabilidade genética, e também porque já sofreu um processo de seleção, praticada pelos agricultores.

#### **4.4.1 Experimentos safras 2 e 3: caracterização e produtividade de variedades de arroz sequeiro nos sistemas de cultivo convencional e orgânico.**

Houve diferença significativa para efeitos de sistema de cultivo, variedades e da interação sistema de cultivo x variedade. A interação variedade x sistema de cultivo foi significativa para a variável emergência (EME) na safra 2, produtividade (PRD) na safra 3 e massa de mil sementes (MMS) nas duas safras. O efeito do sistema de cultivo foi significativo para a EME e número de sementes por panícula (NSP) na safra 2, número de panículas m<sup>-2</sup> na safra 3 e MMS nas duas safras. O efeito da variedade não foi significativo apenas para número de panículas por metro (NPM) na safra 3 (Tabela 5 e Tabela 5a).

O sistema de cultivo não teve efeito significativo na produtividade das variedades nas duas safras. Quanto aos componentes de rendimento no cultivo convencional as variedades apresentaram maior número de sementes por panícula (NSP) na safra 2 e maior massa de mil sementes (MMS) nas duas safras. Já no cultivo orgânico as variedades apresentaram maior número de plantas emergidas  $m^2$  (EME) na safra 2.

Quanto aos componentes de rendimento, observou-se que o número de panículas por metro (NPM) foi semelhante nas duas safras, o número de sementes por panícula (NSP) foi maior na safra 2 e o percentual de sementes cheias (PSC) e massa de mil sementes (MMS) foram maiores na safra 3. A massa de mil sementes e o percentual de sementes cheias são características prioritárias para a produtividade na cultura do arroz (SOARES et al., 1990; FAGERIA, 2007).

A produtividade média do experimento foi de 1.711kg  $ha^{-1}$  na safra 2 e 3.534 kg  $ha^{-1}$  na safra 3, valores inferior e superior ao observado na caracterização das variedades (2.303 kg  $ha^{-1}$ ). Nas duas safras, houve comportamento diferenciado entre as variedades quanto à produtividade (Tabela 5). A diferença observada na produtividade entre as duas safras pode ser explicada pela variação nas condições ambientais entre as safras, principalmente em relação à temperatura.

Silva e Steinmetz (2003) citam que a temperatura do ar é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura do arroz, e cada fase fenológica tem a sua temperatura crítica ótima, mínima e máxima. Em geral, a cultura exige temperaturas relativamente elevadas durante todo o ciclo, porém uniformemente crescentes até à floração e levemente decrescentes após a floração.

De acordo com Yoshida (1981) e Steinmetz et al. (2006), a radiação solar e a temperatura do ar durante a fase reprodutiva são determinantes para obtenção de elevados

rendimentos de sementes na cultura do arroz, sendo que a temperatura ótima situa-se entre 20 e 35 °C durante a germinação, 30 e 33 °C na floração e entre 20 e 25 °C na maturação de sementes.

Durante a condução dos experimentos para avaliação das variedades, foram observadas temperaturas médias mais baixas do que as citadas. Na safra 2, a temperatura média no período da semeadura até a emergência foi de 19 °C, da emergência até o florescimento de 21 °C e do florescimento até a colheita foi de 18 °C, sendo que neste último ocorreram vários momentos onde a temperatura mínima chegou próxima a 10 °C. Nessa safra, o rendimento de sementes foi menor devido principalmente ao alto percentual de espiguetas estéreis (baixo percentual de sementes cheias), provocado pela ocorrência de temperaturas baixas durante a fase de enchimento das sementes. As variedades que apresentaram as maiores produtividades na safra 2 foram as que tiveram ciclo mais curto e os maiores percentuais de sementes cheias, pelo fato de que nessas variedades o período de enchimento das sementes ocorreu anteriormente ao período onde houve maior ocorrência de temperatura baixa (Figura 05).

Na safra 3, a temperatura média no período da semeadura até a emergência foi de 17 °C, emergência até o florescimento de 21 °C e do florescimento até a colheita foi de 20 °C. Nessa safra mesmo com a temperatura média durante o enchimento abaixo da ótima, esta se manteve próxima a 20 °C durante o período todo (Figura 05). A semeadura foi realizada 11 dias antes em relação à safra 2, o que pode ter contribuído para a maior produtividade das variedades nesta safra, devido ao fato de terem seu ciclo adiantado, de maneira que o enchimento de sementes e a maturação ocorreram em uma época com temperaturas mais próximas da ideal (20 °C), fazendo com que as variedades apresentassem maior percentual de sementes cheias (PSC) e também maior da massa das sementes (MMS).

No experimento realizado na safra 1, a temperatura média no período da sementeira até a emergência foi de 17 °C, 19 °C da emergência até o florescimento e da floração até a colheita foi de 18 ° C. Nessa safra ocorreram as menores temperaturas, de forma que o ciclo das variedades também foi o mais longo (192 dias), sendo observado aumento, principalmente no período vegetativo.

Comparando as safras 2 e 3, foi observado que a antecipação da data de sementeira e a ocorrência de temperaturas mais elevadas e mais estáveis contribuíram para a redução do ciclo das variedades e para o aumento da produtividade. Nas duas safras as variedades apresentaram período sementeira-florescimento (FLO) semelhantes (125 e 122 dias respectivamente). A diferença constatada no ciclo ocorreu durante o período de enchimento de sementes até a maturação.

No arroz, a duração do período de formação e enchimento de sementes oscila entre 30 a 40 dias, e essa diferença decorre, principalmente, da variação da temperatura do ar, havendo pouca influência do ciclo da cultivar (SOSBAI, 2012). Segundo Kobata e Uemuki, 2004, a ocorrência de temperaturas baixas reduz a taxa de acúmulo de matéria seca nas sementes e aumenta a duração do período de enchimento de sementes, retardando a sua maturação.

Na safra 2, todas as variedades foram classificadas como tardias (ciclo acima de 150 dias) da mesma forma como observado na safra 1. Já na safra 3 as variedades Argentino e Kinsel foram classificadas como de ciclo médio a longo (131 até 150 dias) e as demais como tardias (FONSECA; CASTRO, 2003). O ciclo é uma característica inerente à variedade, mas pode, também, ser influenciada pelo ambiente Menezes et al. (2011).

Além de ser influenciada pelas condições climáticas, a produtividade é resultante principalmente da associação de diferentes componentes de rendimento, como verificado nos

diferentes anos. Na safra 3, onde a produtividade foi superior, as variedades apresentaram o maior NPM (número de panícula m<sup>-2</sup>: 196), a maior MMS (massa de mil sementes: 28,9g) e também alto PSC (percentual de sementes cheias: 84%). Na safra 2, onde se obteve a menor produtividade, as variedades produziram alto NPM (180), alta MMS (27,7g) e o mais baixo PSC (51%), sendo este último o componente que limitou a produtividade das variedades, e foi causado pela ocorrência de temperaturas baixas durante o período de enchimento de sementes. Conforme trabalho de Guimarães et al. (2006), o número de sementes cheias por panícula influência direta e linearmente a produtividade.

No caso da safra 1, a produtividade foi menor devido ao menor NPM (159), caractere identificado como o de maior associação com a produtividade dessas variedades. O NPM foi limitado pelo menor perfilhamento das variedades nessa safra, o qual é mais lento quando a temperatura é mais baixa. Nessas mesmas condições, o desenvolvimento das ervas daninhas é mais acelerado causando maior competição com a cultura, fato que também ocasiona perdas na produtividade.

As plantas apresentaram altura média de 98 cm (variando de 79 a 109 cm) na safra 2, e de 96 cm (variando de 86 a 107 cm) na safra 3, sendo que em ambas as safras a média foi superior a safra 1 (90 cm). As variedades apresentaram porte correspondente ao citado na safra 1, com exceção das variedades Rosa 15, Primavera e Cambará, as quais apresentaram porte superior. Mesmo apresentando porte mais alto nenhuma variedade apresentou problemas de acamamento. A altura das plantas é uma característica controlada geneticamente, mas que sofre influência dos fatores ambientais. No caso da safra 1, a altura da planta por ter sido afetada pela ocorrência de baixas temperaturas, o que causou diminuição na divisão e alongação celular (MARTINS et al., 2007).

A massa de mil sementes (MMS) foi a característica que apresentou maior diversidade entre as variedades nas duas safras. Na safra 2 as variedades apresentaram em média 27,7 g e a variedade Gomes produziu sementes mais pesadas nos dois sistemas de cultivo e na safra 3 a MMS média foi de 28,9g sendo que a variedade Camilo apresentou os maiores valores, diferindo da safra 1 onde a maior MMS foi na variedade Kinsel. Conforme Prasertsak e Fukai (1997), a massa de sementes é uma característica variável entre variedades e até mesmo dentro da variedade, dependendo das condições do ambiente.

Em relação às variedades, foi observado que a variedade Piriquito apresentou altas produtividades nas duas safras e nos dois sistemas de cultivo, e as variedades Gomes, Argentino e Kinsel apresentaram altas produtividades na safra 2, durante o qual as condições ambientais foram adversas. Essas variedades além de apresentarem boa capacidade produtiva mesmo em condições ambientais adversas apresentaram boa adaptação ao cultivo orgânico, visto que entre os fatores mais discutidos no cultivo orgânico esta a manutenção da produtividade das variedades. Além disso, as variedades citadas apresentaram produtividade superior às variedades comerciais na safra 2, devido a sua maior rusticidade.

As variedades Agulha, Rosa 15, Camilo e Caipira apresentaram bom potencial produtivo nos dois sistemas de cultivo, porém apenas na safra 3, onde as condições ambientais foram mais favoráveis.

As variedades Mato Grosso e Casca Roxa apresentaram produtividade superior às variedades comerciais na safra 2, porém na safra 3 a produtividade foi igual ou menor do que nas comerciais, mostrando que o potencial produtivo destas variedades é limitado, mesmo quando as condições são favoráveis. A variedade Preto apresentou a menor produtividade nas duas safras.

As variedades locais avaliadas apresentaram boa produtividade tanto no sistema de cultivo convencional quanto no orgânico, mostrando seu potencial na região avaliada. Apesar das variedades apresentarem bons níveis de produtividade, houve uma grande variabilidade nas duas safras, causada principalmente pelas condições climáticas.

Foi observado que a época de semeadura foi um dos fatores que mais influenciou a produtividade das variedades, devido à sensibilidade da planta a fatores ambientais adversos, especialmente no que diz respeito à temperatura do ar, assim a semeadura deve ser realizada em época que possibilite a coincidência da fase de enchimento e maturação de sementes com períodos que tenha menores probabilidades de ocorrência de temperaturas baixas.

#### 4.5 CONCLUSÕES

Existe diversidade genética entre as variedades locais para todos os caracteres avaliados.

A maioria das variedades apresentou produtividade superior à produtividade média de arroz de sequeiro no Estado de Santa Catarina ( $1.400 \text{ kg ha}^{-1}$ ) nos dois sistemas de cultivo avaliados. As melhores produtividades foram obtidas nas safras onde a semeadura foi realizada mais cedo e a temperatura durante a maturação das sementes se manteve próxima a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

O número de panículas  $\text{m}^{-2}$  foi o componente de rendimento que mais contribui para a produtividade de sementes das variedades locais em sistema de cultivo orgânico, indicando que essa é uma característica importante na escolha de variedades se busca o aumento da produtividade.

As variedades, Piriquito, Argentino, Gomes, Kinsel apresentaram boa produtividade em todas as safras, sendo estas mais adaptadas a região avaliada e podem ser indicadas como promissoras para o cultivo orgânico.

**Tabela 5: Análise de variância dos caracteres agrônômicos, ciclo e componentes de rendimento de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3)**

(Continua)

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		EME		PER		ALT		CPA		FLO		CIC	
		Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3
Blocos	3	0,212 <sup>ns</sup>	0,185 <sup>ns</sup>	6,046 <sup>ns</sup>	3,230 <sup>ns</sup>	659,92 <sup>ns</sup>	111,9 <sup>ns</sup>	0,914 <sup>ns</sup>	2,74 <sup>ns</sup>	0,444 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,099 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Cultivo (C)	1	6,261*	0,747 <sup>ns</sup>	53,34 <sup>ns</sup>	16,75 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	161,7 <sup>ns</sup>	0,157 <sup>ns</sup>	9,84 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>
Erro (a)	3	0,087	0,371	5,489	10,86	609,56	109,2	1,057	5,51	0,27	0,012	0,187	0,033
Parcelas	7												
Variedade													
(C)	12	0,982*	1,205*	3,807*	4,169**	812,77*	365,9*	4,851*	9,67*	0,785*	0,399**	0,532*	0,819**
C*G	12	0,367*	0,790 <sup>ns</sup>	0,584 <sup>ns</sup>	1,180 <sup>ns</sup>	13,790 <sup>ns</sup>	22,62 <sup>ns</sup>	0,858 <sup>ns</sup>	7,53 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,034 <sup>ns</sup>	0,059 <sup>ns</sup>
Erro (b)	72	0,139	0,494	0,355	1,529	44,412	29,57	1,047	5,02	0,032	0,006	0,023	0,055
Subparcelas	103												
CV Cultivo	-	3,25	6,83	14,91	22,22	25,28	10,86	4,9	10,94	4,72	0,99	3,27	1,44
CV	-	4,11	7,88	7,41	8,44	6,82	5,65	4,87	10,44	1,62	0,73	1,15	1,85
Variedade													
Média Geral	-	83A	80A	247A	222B	98A	96A	21B	22A	125A	122A	176A	163B
Média CO	-	79b	79a	225a	210a	98a	95a	21a	21a	126a	121a	176a	162a
Média OR	-	88a	82a	270a	233a	98a	97a	21a	22a	125a	122a	176a	163a

EME: emergência (plantas m<sup>-2</sup>); PER: número de perfilhos (perfilhos m<sup>-2</sup>); ALT: altura da planta (cm); CPA: comprimento da panícula (cm); FLO: floração (dias); CIC: ciclo (dias); \*significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade; médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro da mesma variável, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: produção própria autora, 2015.



**Tabela 5: Análise de variância dos caracteres agrônômicos, ciclo e componentes de rendimento de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3)**

(Conclusão)

Fontes de variação	GL	Quadradro médio													
		NPM			NSP			PSC			MMS			PRD	
		Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3
Blocos	3	12,51 <sup>ns</sup>	7,151 <sup>ns</sup>	2,170 <sup>ns</sup>	2,820 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	304417,1 <sup>ns</sup>	447534,9 <sup>ns</sup>				
Cultivo (C)	1	25,464 <sup>ns</sup>	0,0006*	6,952*	0,497 <sup>ns</sup>	0,051 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	8,396*	44,85**	72997,1 <sup>ns</sup>	325602,2 <sup>ns</sup>				
Erro (a)	3	5,853	9,205	0,415	0,516	0,005	0,017	0,031	0,042	341969,04	314367,8				
Parcelas	7														
Variedade (V)	12	3,941*	3,860*	13,560*	5,448**	0,393*	0,082**	147,55*	114,1**	3217303,28*	1993527,9**				
C*G	12	1,605 <sup>ns</sup>	1,597 <sup>ns</sup>	0,973 <sup>ns</sup>	0,917 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	2,492 <sup>ns</sup>	4,003**	171449,1 <sup>ns</sup>	545761,5**				
Erro (b)	72	1,197	2,457	1,038	0,793	0,005	0,005	0,031	0,092	176137,38	158402,7				
Subparcelas	103														
CV Cultivo	-	18,03	21,82	5,4	6,45	9,15	11,25	0,64	0,71	34,17	15,91				
CV Variedade	-	8,16	11,27	8,54	7,99	9,39	6,47	0,64	1,05	24,52	11,29				
Média Geral	-	180A	196A	142A	120B	51B	84A	27,7B	29,0A	1,711B	3,524A				
Média CO	-	16a	196a	149a	124a	53a	84a	27,9a	29,6a	1,738a	3,468a				
Média OR	-	193a	196a	136b	127a	49a	83a	27,4b	28,3b	1,685a	3,580a				

NPM: número de panículas por metro (panículas m<sup>-2</sup>); NSP: número de sementes por panícula (sementes panículas<sup>-1</sup>); PSC: sementes cheias (%); MMS: massa de mil sementes (g); <sup>1</sup>PRD: produtividade (kg ha<sup>-1</sup>); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo; médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade; médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro da mesma variável, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: produção própria autora, 2015.

**Tabela 6: Caracterização agrônômica de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo convencional (CO) e orgânico (OR), Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 e 2013/2014**

(Continua)

Variedade	EME		PER	ALT	CPA	FLO	CIC						
	Safr 2												
	CO	OR											
Safr 3	Safr 2	Safr 3	Safr 2	Safr 3	Safr 2	Safr 3	Safr 2	Safr 3					
<b>Cultivo</b>													
<b>Aguilha</b>	88aA	90aA	88a	248a	252a	95c	91c	22a	21b	128c	123d	184a	173a
<b>Rosa 15</b>	84aA	96aA	72b	264a	208b	113a	100b	22a	21b	124c	118e	174c	165b
<b>Mato Grosso</b>	70cB	86aA	79a	232b	242a	88d	95c	20b	22a	124c	118e	174c	164b
<b>Gomes</b>	84aA	91aA	85a	229b	207b	109a	102b	21a	23a	120d	118e	168d	156c
<b>Preto</b>	79bA	75bA	89a	268a	261a	108a	107a	21a	22a	136b	130a	173c	166b
<b>Argentino</b>	65cB	78bA	87a	217b	188b	94c	90c	20b	20b	117d	118e	170d	148d
<b>Kinsel</b>	68cB	87aA	80a	241b	198b	93c	92c	20b	21b	118d	118e	170d	148d
<b>Camilo</b>	78bA	86aA	84a	258a	223b	102a	100b	21a	20b	139a	132a	187a	172a
<b>Piriquito</b>	73cB	90aA	82a	271a	234a	97c	92c	20b	21b	120d	119a	168d	158c
<b>Casca Roxa</b>	79bA	80bA	73b	211b	206b	108a	107a	22a	20b	133b	128b	173c	165b
<b>Caipira</b>	90aA	92aA	81a	281a	221b	97c	98b	21a	22a	127c	124c	180b	165b
<b>Primavera</b>	89aA	93aA	79a	253a	233a	87d	90c	22a	22a	120d	118e	181b	169a
<b>Cambará</b>	76cB	95aA	66b	251a	216b	79e	86c	20b	23a	124c	120e	187a	168b

EME: emergência (plantas m<sup>-2</sup>); PER: número de perfilhos (perfilhos m<sup>-2</sup>); ALT: altura da planta (cm); CPA: comprimento da panícula (cm); FLO: floração (dias); CIC: ciclo (dias); médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro da mesma variável, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: produção própria autora, 2015.

**Tabela 6: Caracterização agrônômica de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo convencional (CO) e orgânico (OR), Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 e 2013/2014**

(Conclusão)

Variedade	NPM			NSP			PSC			MMS			PRD		
	Safr 2		Safr 3	Safr 2		Safr 3	Safr 2		Safr 3	Safr 2		Safr 3	Safr 2		Safr 3
	CO	OR		CO	OR		CO	OR		CO	OR		CO	OR	
<b>Cultivo</b>															
<b>Agulha</b>	176b	189a	166a	135b	47c	79c	27,76A	26,28B	27,66A	26,18B	1,419c <sup>2</sup>	3,719aA <sup>2</sup>	3,719aA <sup>2</sup>	3,711aA <sup>2</sup>	
<b>Rosa 15</b>	192a	224a	138b	122c	48c	84c	27,31A	27,26A	29,94A	26,88B	1,957b <sup>2</sup>	4,176aA <sup>2</sup>	4,176aA <sup>2</sup>	3,729aA <sup>2</sup>	
<b>Mato Grosso</b>	175b	1967a	129b	117c	63b	90b	27,76B	28,76A	30,04A	28,9aB	1,795b <sup>2</sup>	3,423bA	3,423bA	3,454aA	
<b>Comes</b>	181b	208a	126b	129c	71b	86b	35,1aA	33,7aB	33,26a	29,2aB	1 <sub>2</sub> ,271a <sup>2</sup>	3,234aA	3,234aA	3,644aA <sup>2</sup>	
<b>Preto</b>	165b	211a	141b	99d	31d	83c	22,51A	21,91B	28,86A	27,01B	907d	2,531cA	2,531cA	1 <sub>2</sub> ,349cA	
<b>Argentino</b>	166b	176a	104c	123c	77a	93a	32,78A	32,66A	32,6cA	32,11B	1 <sub>2</sub> ,301a <sup>2</sup>	3,395bB	3,395bB	4,069aA <sup>2</sup>	
<b>Kinsel</b>	192a	191a	100c	118c	78a	93a	32,78A	32,2cB	33,58A	32,70B	1 <sub>2</sub> ,408a <sup>2</sup>	3,310bB	3,310bB	3,939aA <sup>2</sup>	
<b>Camilo</b>	157b	162a	165a	116c	49c	87b	31,7cA	30,3dB	34,8aA	35,2aA	1,292c <sup>2</sup>	3,857aA <sup>2</sup>	3,857aA <sup>2</sup>	3,983aA <sup>2</sup>	
<b>Piriquito</b>	217a	214a	107c	102d	70b	80c	29,7dA	29,8cA	33,06A	30,6cB	1 <sub>2</sub> ,722a <sup>2</sup>	3,780aA <sup>2</sup>	3,780aA <sup>2</sup>	3,906aA <sup>2</sup>	
<b>Casca Roxa</b>	154b	174a	161a	113c	53c	92a	24,11a	21,11B	26,46A	24,71B	1 <sub>1</sub> ,838b <sup>2</sup>	3,640aA <sup>2</sup>	3,640aA <sup>2</sup>	1 <sub>2</sub> ,438cB	
<b>Caipira</b>	172b	190a	168a	140b	48c	81c	26,99A	26,11B	28,24A	28,2aA	1 <sub>1</sub> ,679b <sup>2</sup>	3,989aA <sup>2</sup>	3,989aA <sup>2</sup>	4,146aA <sup>2</sup>	
<b>Primavera</b>	206a	224a	189a	159a	18e	69d	23,08B	24,31A	23,31B	24,01A	1,008d	3,521bB	3,521bB	4,211aA	
<b>Cambará</b>	198a	192a	192a	160a	16e	72d	21,61A	21,31B	22,44A	21,71B	631d	2,504cA	2,504cA	2,962bA	

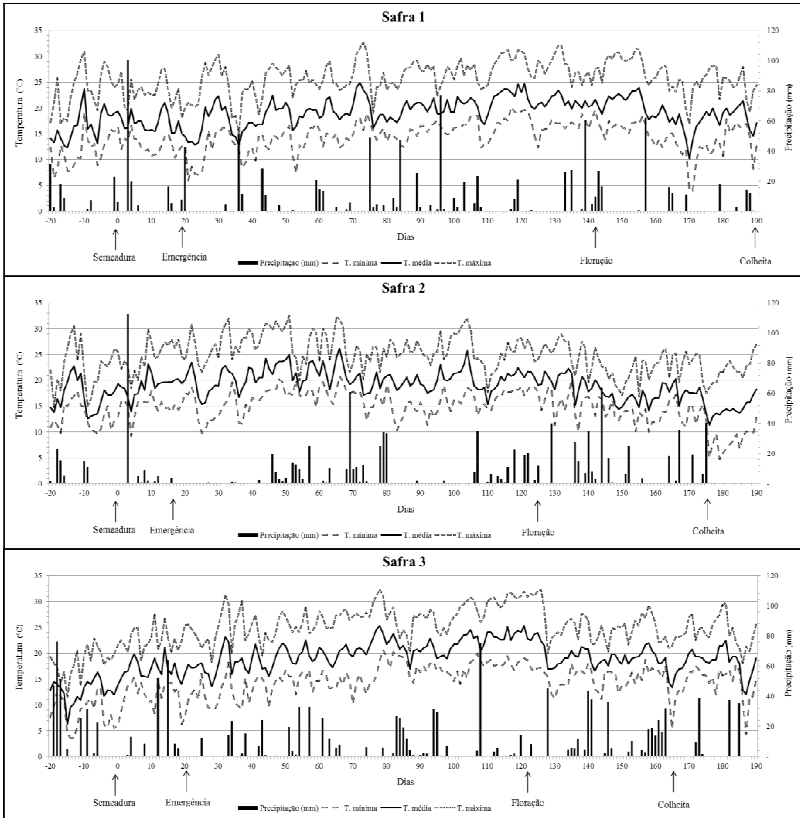
NPM: número de panículas por metro (panículas m<sup>-2</sup>); NSP: número de sementes por panícula (sementes panículas<sup>-1</sup>); PSC: sementes cheias (%); MMS: massa de mil sementes (g); PRD: produtividade (kg ha<sup>-1</sup>); médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro da mesma variável, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>Diferem significativamente da variedade comercial Primavera, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>Diferem significativamente da variedade comercial Cambará, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Fonte: pesquisa da própria autora, 2015.

**Figura 2: Temperaturas (°C) máxima, média e mínima diária e precipitação pluviométrica (mm) registradas na estação meteorológica da EPAGRI, em Campos Novos - SC, no período da semeadura até a colheita, safras 2011/2012 (safra 1), 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3).**



Fonte: Dados meteorológicos de Campos Novos/SC, provenientes da Epagri/Ciram.

## **5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE VARIEDADES DE ARROZ SEQUEIRO EM DOIS SISTEMAS DE CULTIVO E TRÊS SAFRAS AGRÍCOLAS**

### **5.1 RESUMO**

O uso de variedades de arroz adaptadas às condições de cultivo locais, com sementes de alta qualidade fisiológica é de fundamental importância para o desempenho da cultura. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a qualidade fisiológica das sementes de variedades locais de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico. As sementes avaliadas foram produzidas a campo nas safras agrícolas de 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, no município de Campos Novos – SC. Foram avaliadas 11 variedades locais de arroz de sequeiro: Agulha, Rosa 15, Mato Grosso, Gomes, Preto, Argentino, Kinsel, Camilo, Piriquito, Casca Roxa e Caipira e duas variedades comerciais: Primavera e Cambará. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação e vigor expresso pelo comprimento de plântula, teste de frio, envelhecimento acelerado, emergência em areia, índice de velocidade de emergência e emergência a campo. Constatou-se diversidade genética em relação à qualidade fisiológica das sementes e bom potencial para produção de sementes no sistema cultivo orgânico. As variedades Agulha, Rosa 15, Caipira, Gomes e Argentino apresentaram alta qualidade fisiológica nas sementes produzidas nos dois sistemas de cultivo e nas três safras, sendo estas mais promissoras nos dois sistemas. As variedades Piriquito e Camilo também apresentaram alta qualidade fisiológica nas sementes produzidas nos dois sistemas de cultivo, porém apenas nas safras 1 e 2.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., variedades locais, qualidade fisiológica.

## 5.2 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) exerce papel fundamental na alimentação humana, fornecendo energia, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. É caracterizado como principal alimento para mais da metade da população mundial, destacando-se, em países em desenvolvimento, nos quais desempenha função estratégica nos níveis econômico e social (WALTER et al., 2008). Para manter a grande produtividade e o suprimento da demanda, faz-se necessário a utilização de variedades produtivas e adaptadas às condições de cultivo.

Sabe-se que existe grande diversidade genética em variedades cultivadas no mundo. Por outro lado, o uso de variedades locais de arroz é limitado, e vem sendo substituído por cultivares melhoradas, com menor base genética, limitando o uso da biodiversidade de forma sustentável. O cultivo quando praticado com sementes de variedades locais favorece a ampliação e manutenção da diversidade genética, e o desenvolvimento da agricultura familiar (PENTEADO, 2010).

A participação da agricultura familiar na produção de diversos alimentos é estratégica para o país por para a soberania alimentar. A necessidade de sementes de variedades locais está também demandada no sistema orgânico de produção. O uso de sementes adaptadas ao manejo adotado pelo agricultor e às condições locais são essenciais para seu sucesso, autonomia e menor dependência de insumos externos. (CARDOSO et al., 2011)

A utilização de sementes de variedades locais é regulamentada pela Lei de Sementes e Mudas 10.711/03 (Art. 2º, inciso XVI) (BRASIL, 2003), a qual trata das cultivares locais, tradicionais ou crioulas, e caracteriza estas como variedades desenvolvidas, adaptadas ou produzidas por

agricultores, os quais mantêm as sementes dessas variedades em suas propriedades.

Além de influenciar diretamente o estande inicial de plantas, o que se reflete no rendimento da cultura, o uso de sementes de alta qualidade aumenta a eficiência da produção sob o sistema de cultivo orgânico, reduzindo os riscos, produzindo plântulas saudáveis, com maior taxa de crescimento (NOKKOUL; WICHITPARP, 2009). De acordo com Coelho et al. (2014), a correta identificação das variedades através de suas características particulares favorece a multiplicação e o desenvolvimento de plântulas com bom estande inicial e ajuda a definir o potencial fisiológico das sementes destas variedades.

O teste de germinação e os testes de vigor são componentes essenciais no controle de qualidade de sementes, pois juntos permitem identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho no campo ou durante o armazenamento (MARTINS et al., 2002). Os testes de vigor fornecem informações complementares, indicando possíveis diferenças na qualidade entre lotes que apresentam germinações semelhantes (SANTOS, 2007).

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a qualidade fisiológica das sementes das variedades locais de arroz sequeiro no sistema de cultivo orgânico e indicar as mais promissoras tanto no sistema de cultivo orgânico como no convencional.

### 5.3 METODOLOGIA

Após a colheita, as sementes foram limpas, secas a 13% de umidade e armazenadas em câmara seca (8 °C e UR 45%). As sementes da área útil das parcelas de cada variedade foram juntadas e misturadas para obter uma amostra composta, conforme descrito por Coelho et al. (2010). Posteriormente, essa amostra foi reduzida para formar a amostra média (arroz

1.400g), utilizando um divisor de amostras (BRASIL, 2009). As amostras de trabalho para cada análise foram obtidas a partir da amostra média por homogeneização e redução até os pesos mínimos requeridos (BRASIL, 2009). A avaliação a qualidade fisiológica das sementes foi realizada logo após a colheita, com exceção do teste de emergência a campo que foi realizado 6 meses após a colheita.

- **Determinação do teor de água das sementes:** foi utilizado método da estufa a 105 °C, com duas repetições, e o resultado final foi obtido pela média aritmética das percentagens de cada uma das subamostras, retiradas de cada tratamento (BRASIL, 2009);
- **Superação de dormência:** realizada antes da avaliação da qualidade fisiológica das sementes provenientes das safras 2 e 3, utilizando pré-secagem das sementes em estufa com circulação de ar a 50 °C por um período de cinco dias (GMACH et al., 2013a; BRASIL, 2009).

As avaliações da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UDESC, em Lages/SC.

### 5.3.1 Determinação do percentual de germinação

Conduzido de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 100 sementes para cada variedade, em rolo de papel toalha. Os rolos foram mantidos em germinador regulado a 25 °C ( $\pm 2$ ), durante todo o período do teste. O volume de água, para a embebição das sementes foi o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel substrato. As contagens foram realizadas aos seis e oito dias, após a semeadura. Ao final do teste foi registrado o número de plântulas normais, plântulas anormais e sementes



mortas. O resultado foi obtido pela contagem do número de plântulas normais. Juntamente com a segunda contagem do teste de germinação foi determinado o comprimento de plântula, medindo o comprimento médio de 15 plântulas normais (raiz e parte aérea).

### 5.3.2 Determinação do vigor das sementes

- **Envelhecimento acelerado:** foi conduzido conforme descrito por Krzyzanowski et al. (1991), em caixas plásticas, onde as sementes ficaram dispostas sobre a superfície de uma tela, posicionada acima da lâmina formada por 40 ml de água mantidas em estufa a 42 °C por 120 horas na safra 1 (MENEZES; SILVEIRA, 1995), e a 45 °C por 72 horas nas safras 2 e 3 (GMACH et al., 2013b; Apêndice A). Após esses períodos, foi conduzido o teste de germinação, com quatro repetições de 100 sementes por tratamento, distribuídas em rolos de papel germitest, umedecido com 2,5 vezes a massa do papel com água destilada, mantidas no germinador regulado a temperatura constante de 25 °C ( $\pm 2$ ). A contagem das plântulas normais foi realizada aos cinco dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).
- **Teste de frio:** conduzido com quatro repetições de 100 sementes por lote, semeadas em rolos de papel tipo germitest, umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram colocados em sacos plásticos vedados, para evitar a perda de umidade, e mantidos em câmara regulada a 10 °C por um período de sete dias para as sementes provenientes da safra 1 (CÍCERO; VIEIRA, 1994; MENEZES; SILVEIRA,

1995). Como o período de sete dias não foi suficiente para diferenciar as variedades, nas safras 2 e 3 utilizou-se o período de exposição de dez dias. Após este período os rolos foram transferidos para o germinador a 25 °C onde permaneceram por mais cinco dias. A interpretação do teste foi realizada computando-se a percentagem de plântulas normais.

- **Emergência em areia:** conduzida em bandejas plásticas (60 x 40 x 10 cm), contendo areia como substrato. A semeadura foi feita em linhas, espaçadas de 2 cm entre si, com 4 repetições de 100 sementes por tratamento, mantidas em casa de vegetação. As plântulas emergidas foram anotadas diariamente e os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais (NAKAGAWA, 1999). A partir da emergência em areia, foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE), avaliando-se diariamente a percentagem de plântulas emergidas até o final do experimento. O IVE foi determinado empregando-se a fórmula apresentada por Vieira; Carvalho (1994), onde:  $IVE = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$ , onde: IVE = índice de velocidade de emergência; N1, N2, Nn = número de plântulas emergidas a 1, 2 e n dias após a montagem do teste; D1, D2, Dn = número de dias após a implantação do teste.
- **Emergência a campo:** realizada com 4 repetições de 100 sementes por tratamento, semeadas em linhas distanciadas de 50 cm, a uma profundidade média de 3 cm. Decorridos 15 dias, após a instalação do teste, foi realizada a contagem das plântulas estabelecidas em cada linha.

### 5.3.3 Análise estatística

Nas variáveis estudadas foram conduzidos testes para verificação de normalidade e homogeneidade de variâncias. Com base nestes testes, houve necessidade, de aplicar-se a transformação arco-seno para as variáveis percentual de germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado, emergência em areia e emergência a campo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as comparações entre os valores médios, de cada uma das variáveis analisadas, nas diferentes variedades em cada sistema de cultivo, foram efetuadas pelo teste de Scott-Knott e, entre os sistemas, para cada variedade, pelo teste de Tukey.

A seleção das variedades de melhor qualidade fisiológica foi feita com auxílio de um índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock (1978), o qual hierarquiza as variedades, inicialmente, para todas as características, por meio de atribuição de valores absolutos mais elevados àqueles de melhor desempenho. Por fim, os valores atribuídos a cada característica são somados, obtendo-se a soma dos postos, que assinala a classificação das variedades (CRUZ et al., 2012). As variedades foram classificadas com valores absolutos de um a treze, onde a variedade que obteve melhor desempenho em uma das variáveis, ou seja, a primeira colocada daquela variável recebeu o valor um, a segunda dois e assim por diante. As análises foram conduzidas com auxílio do programa ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009) e com o aplicativo computacional Office Excel®. Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

## 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.4.1 Experimento safra 1: caracterização da qualidade fisiológica das sementes de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico

Os resultados obtidos na caracterização da qualidade fisiológica das sementes em sistema de cultivo orgânico indicaram efeito significativo das variedades para todas as características avaliadas (Tabela 7).

**Tabela 7: Análise de variância de germinação e vigor de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio						
		GER	CPL	TFR	EAC	EAR	IVE	ECA
Variedade	12	0,099**	21,81**	0,084**	0,054**	0,029**	0,907**	0,043**
Erro	39	0,217	0,81	0,004	0,004	0,005	0,206	0,007
<b>Total</b>	<b>51</b>							
CV (%)	-	5,7	7,6	5,0	6,3	5,8	5,6	7,2
Média	-	92	11,7	92	77	93	8,0	89

GER: germinação (%); CPL: comprimento de plântula (cm); TFR: teste de frio (%); EAC: envelhecimento acelerado (%); EAR: emergência em areia (%); IVE: índice de velocidade de emergência; ECA: emergência a campo (%); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

As variedades Rosa 15 e Caipira apresentaram os maiores valores (99%) e as variedades Preto e casca Roxa os menores percentuais (68 e 74% respectivamente) de germinação. Apenas as variedades Preto (68%) e Casca Roxa

(74%) apresentaram germinação abaixo de 80%, padrão exigido para comercialização de sementes de arroz (Tabela 8).

A avaliação da viabilidade das sementes é feita para fins de comercialização basicamente pelo teste de germinação. No entanto, esse teste apresenta algumas limitações, principalmente no que se refere à diferenciação das variedades. A utilização de testes de vigor é indispensável para a caracterização do potencial fisiológico das sementes, fornecendo informações complementares ao teste de germinação (MERTZ et al., 2012).

No teste de frio, as variedades avaliadas apresentaram valores próximos ou superiores ao percentual de germinação, com exceção apenas das variedades Piriquito, Primavera e Cambará. Os maiores valores foram observados nas variedades Rosa 15 (99%), Gomes (98%), Mato Grosso (97%), Argentino (97%), Kinsel (97%), Agulha (96%) e Caipira (95%). O teste de frio é recomendado para diversas gramíneas, sendo utilizado para avaliar o vigor, considerando que sementes resistentes a condições de baixas temperaturas são as mais vigorosas (CÍCERO; VIEIRA, 1994). A maior aproximação dos valores do teste de germinação e teste de frio indica alta capacidade das sementes em germinar sob uma ampla faixa de condições ambientais (CÍCERO; VIEIRA, 1994). O fato dos valores observados no teste de frio estar próximos aos observados no teste de germinação indica que as condições do teste não foram suficientes para causar estresse e permitir a melhor discriminação das variedades. No caso das variedades Preto, Kinsel e Casca Roxa, onde observou elevação no percentual de germinação após as sementes ficarem expostas as condições do teste de frio, indicaram a possibilidade de as mesmas possuírem algum tipo de dormência, a qual foi superada pelas baixas temperaturas.

Quando as variedades foram submetidas à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, através do teste de envelhecimento acelerado, foi observado comportamento

diferenciado. Nas variedades Agulha e Rosa 15 houve redução de 34% da viabilidade, nas variedades Mato Grosso, Caipira, Primavera e Cambará a redução foi de 15 a 20%, e nas variedades Gomes, Camilo, Piriquito e Casca Roxa em torno de 10%. Conforme Krzyzanowski et al. (1991), variedades com alto vigor mantêm valores altos e quando submetidas ao estresse, enquanto as de baixo vigor apresentaram redução no vigor após submetidas ao teste. Os resultados do teste indicaram melhor discriminação das variedades quanto ao seu vigor, mostrando diferenças importantes na qualidade das sementes, sendo que as variedades Argentino e Kinsel (89%) apresentaram vigor superior as demais.

Na variedade Preto, foi observado aumento do percentual em relação ao teste de germinação (de 68% para 80%). De acordo com Fidelis et al. (2013), esse aumento se dá, provavelmente, pelo fato da condição de estresse de alta temperatura e alta umidade resultar na superação da dormência das sementes.

Com relação à emergência em areia e o índice de velocidade de emergência foi observado comportamento semelhante entre as variedades, onde a variedade Agulha apresentou maior emergência e maior velocidade de emergência (100% e 9,09 respectivamente). Na emergência em campo foi observado alto vigor das variedades Rosa 15 (97%), Cambará (96%), Primavera (94%), Caipira (93%), Piriquito (92%), Gomes (91%), e Agulha (90%).

Os testes de vigor separaram as variedades em categorias de diferentes níveis de vigor, sendo que em cada um dos testes algumas variedades se mostraram superiores, fato este que reflete a alta diversidade das variedades e torna difícil selecionar a melhor qualidade. Apesar da grande utilidade dos testes de vigor foi possível verificar que um único teste de vigor não é capaz de caracterizar a qualidade das sementes das variedades avaliadas.

Para a obtenção de variedades superiores, é necessária a reunião de uma série de atributos favoráveis em determinadas variedades que confirmam potencial fisiológico superior. Os índices de seleção permitem associar as informações referentes aos diversos caracteres de interesse agrônômico com as propriedades genéticas da população estudada. Com esses índices, obtém-se um valor numérico, que atua como um caráter adicional, resultante da combinação linear dos vários caracteres de qualidade fisiológica das sementes, sobre os quais se pretende realizar a seleção simultânea (CRUZ et al., 2012).

Visando à identificação das variedades que apresentaram vigor superior, na maioria dos caracteres avaliados foi empregado o índice baseado em soma de “postos” (MULAMBA; MOCK, 1978). Nesse índice o menor valor indica uma combinação mais favorável entre todos os caracteres estabelecidos e o maior valor e uma combinação desfavorável para a seleção de variedades com alto vigor. De acordo com os critérios estabelecidos para as seis características avaliadas, a soma de postos variou de 12 a 23 para as variedades Rosa 15 e Preto respectivamente. O teste de Scott-Knott foi associado à soma de postos para agrupar as variedades, e classificou as mesmas em quatro grupos. Em cada grupo foram identificadas as variedades com vigor semelhante, sendo que no primeiro grupo ficaram as variedades Agulha, Rosa 15 e Caipira, as quais apresentaram sementes mais vigorosas. No segundo grupo ficaram as variedades Gomes, Argentino, Camilo e Caipira, no terceiro Mato Grosso, Kinsel, e no quarto grupo as variedades Preto, Casca Roxa, Primavera e Cambará, as quais apresentaram menos vigorosas. Os resultados mostram a existência de diversidade entre as variedades, e que aquelas que apresentaram sementes com os maiores percentuais de germinação também apresentaram as sementes mais vigorosas.

**Tabela 8: Caracterização da qualidade fisiológica de sementes treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Variedade	GER	CPL	TFR	EAC	EAR	IVE	ECA	Soma de Postos
Aguilha	97b	12,9b	96a	63c	100a	9,09a	90a	14a
Rosa 15	99a	13,4b	99a	65c	97b	8,52b	97a	12a
Mato Grosso	91c	9,3d	97a	76b	94c	7,94c	87b	19c
Gomes	93c	11,2c	98a	82b	94c	8,23b	91a	16b
Preto	68e	8,5d	94b	80b	87c	7,36c	75c	23d
Argentino	96b	11,1c	97a	89a	95c	8,19b	78c	16b
Kinsel	85d	9,0d	97a	89a	91c	7,60c	87b	18c
Camilo	95c	12,3b	92b	85b	91c	7,56c	86b	17b
Piriquito	94c	13,4b	81c	84b	92c	7,84c	92a	16b
Casca Roxa	74e	10,9c	90b	64c	92c	7,57c	80c	22d
Caipira	99a	17,3a	95a	81b	93c	8,43b	93a	13a
Primavera	97b	12,7b	69d	66c	89c	7,89c	94a	21d
Cambará	93c	10,5c	80c	71c	87c	7,95c	96a	21d

GER: germinação (%); CPL: comprimento de plântula (cm); TFR: teste de frio (%); EAC: envelhecimento acelerado (%); EAR: emergência em areia (%); IVE: índice de velocidade de emergência; ECA: emergência a campo (%); Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: produção da própria autora, 2015.

#### **5.4.2 Experimentos safras 2 e 3: caracterização da qualidade fisiológica das sementes de variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico.**

Para verificar a presença de dormência nas sementes das variedades avaliadas, na safra 2, a qualidade fisiológica foi avaliada antes e após o tratamento para superação de dormência, utilizando pré-secagem das sementes. Conforme análise de variância houve efeito significativo da variedade e do tratamento para superação de dormência na maioria das variáveis analisadas. Para as variáveis germinação, teste de



frio, emergência em areia e índice de velocidade de emergência, foi observado valores superiores após a superação de dormência (Tabela 9).

A dormência em sementes de arroz pode ser decorrente tanto de fatores genéticos como ambientais. As sementes podem apresentar suspensão temporária da germinação, mesmo hidratadas, e sob condições favoráveis de temperatura, e nessa situação a semente é dormente (BEWLEY; BLACK, 1994a). O período de dormência das sementes de arroz é variável entre cultivares, porém, as condições de armazenamento, principalmente com a elevação da temperatura, segundo Bewley; Black (1994b) podem reduzi-la, facilitando significativamente a germinação das sementes. De acordo com Seshu; Dadlani (1991), os tratamentos com calor reduzem a atividade da peroxidase e, portanto, uma pré-secagem em estufa com circulação de ar forçada proporciona a superação da dormência em sementes de arroz (VIEIRA, 1991; BRASIL, 2009).

Gmach et al. (2013a) avaliando três métodos de superação de dormência em cinco variedades locais de arroz sequeiro produzidas em cultivo orgânico, concluíram que os métodos baseados no aquecimento das sementes (50 °C por 5 e 7 dias) foram os mais eficientes para a superação da dormência em sementes de arroz, e que existe diversidade entre as variedades, indicando diferentes níveis de dormência entre as mesmas.

**Tabela 9: Análise de variância da germinação e vigor de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, após a superação de dormência, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2012/2013**

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		GER	CPL	TFR	EAC	EAR	IVE
<b>Cultivo (C)</b>	<b>1</b>	0,0003 <sup>ns</sup>	115,51**	0,054**	0,009 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	6,67**
<b>Superação (S)</b>	<b>1</b>	0,085**	17,10**	0,441**	0,019 <sup>ns</sup>	2,627**	634,30**
<b>Variedade (V)</b>	<b>12</b>	0,359**	29,37**	0,374**	0,305**	0,353**	32,93**
<b>C x S</b>	<b>1</b>	0,079**	22,92**	0,024**	0,00002 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	12,34**
<b>C x V</b>	<b>12</b>	0,025**	6,82**	0,017**	0,029**	0,049**	4,14**
<b>S x V</b>	<b>12</b>	0,023**	5,49**	0,055**	0,029**	0,070**	3,64**
<b>C x S x V</b>	<b>12</b>	0,028**	5,33**	0,021**	0,012 <sup>ns</sup>	0,051**	3,74**
<b>Tratamentos</b>	<b>51</b>	0,106**	14,11**	0,12**	0,089**	0,176**	23,27**
<b>Erro</b>	<b>156</b>	0,006	1,89	0,007	0,009	0,014	0,68
<b>Total</b>	<b>207</b>						
<b>CV (%)</b>	-	6,06	6,19	7,09	7,52	10,14	9,58
<b>Média geral</b>	-	95	22,22	88	92	87	8,62
<b>Convencional</b>	-	95a	21,47b	89a	91a	88a	8,44b
<b>Orgânico</b>	-	95a	22,97a	86b	92a	86a	8,80a
<b>Média SSD<sup>7</sup></b>	-	94b	22,15a	84b	92a	79b	6,88b
<b>Média CSD<sup>8</sup></b>	-	96a	21,93b	90a	91a	94a	10,37a

GER: germinação (%); CPL: comprimento de plântula (cm); TFR: teste de frio (%); EAC: envelhecimento acelerado (%); EAR: emergência em areia (%); IVE: índice de velocidade de emergência; SSD: sem superação de dormência; CSD: com superação de dormência; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

Devido ao fato de que o tratamento para superação de dormência foi eficiente para a maioria das variáveis analisadas, as demais avaliações das safras 2 e 3 foram conduzidas com as sementes após tratamento para superação de dormência.

Conforme a análise de variância, as variedades apresentaram resposta diferenciada em relação à qualidade fisiológica das sementes nas diferentes safras e sistemas de cultivo (Tabela 10). O sistema de cultivo não teve efeito significativo apenas para o envelhecimento acelerado e emergência em areia na safra 2 e para o comprimento de plântula, emergência em areia e emergência a campo na safra 3. A interação sistema de cultivo x variedade não foi significativa apenas para germinação na safra 2 e para a emergência em areia na safra 3 (Tabela 10)

Na safra 2, não houve interação entre o sistema de cultivo x variedades para a germinação das sementes. Foram observados altos percentuais de germinação, sendo que apenas a variedade Preto não apresentou percentual de germinação dentro dos padrões exigidos para comercialização de sementes de arroz. Os maiores percentuais de germinação foram observados nas variedades Agulha (100%), Rosa 15 (100%), Argentino (99%) e Piriquito (99%) (Tabela 11).

Em relação ao vigor, a soma de postos variou de 12 a 29 para as sementes produzidas em sistema convencional e de 12 a 34 para as produzidas em cultivo orgânico, e em ambos os sistemas de cultivo as variedades foram classificadas em três grupos de vigor. As variedades Agulha, Rosa 15, Gomes, Piriquito, Caipira e Primavera produziram sementes com alto vigor nos dois sistemas de cultivo, e as variedades Mato Grosso e Camilo apenas no cultivo convencional, sendo que variedades Agulha, Rosa 15 e Piriquito apresentaram sementes de melhor qualidade fisiológica, devido as mesmas apresentar alto percentual de germinação e alto vigor.

Na safra 3, houve interação entre o sistema de cultivo x variedades para a germinação das sementes, sendo que as

variedades Agulha e Argentino apresentaram altos percentuais de germinação nas sementes provenientes de ambos os sistemas de cultivo. A variedade Gomes apresentou alto percentual de germinação apenas no cultivo convencional e a variedade Kinsel no cultivo orgânico (Tabela 12).

O índice de soma de postos, no sistema de cultivo convencional variou de 11 a 23 e no cultivo orgânico variou de 11 a 25. Em ambos os sistemas de cultivo o vigor foi classificado em 4 grupos, possibilitando a identificação de variedades superiores quanto ao vigor das sementes produzidas. A variedade Agulha apresentou alto vigor das sementes produzidas em ambos os sistemas de cultivo, e a variedade Caipira no cultivo orgânico. As variedades Rosa 15, Gomes e Argentino apresentaram vigor médio nas sementes provenientes dos dois sistemas de cultivo.

As variedades avaliadas apresentaram bom potencial fisiológico nos dois sistemas de cultivo, mostrando boa adaptação das mesmas na região avaliada, e tanto o sistema de cultivo quanto a safra (ano) influenciaram a qualidade das sementes produzidas.

Assim, na mesma variedade, a qualidade pode variar entre sementes colhidas em diferentes ambientes. Isto evidencia que a melhor variedade em um ambiente (cultivo ou ano) pode não ser a melhor em outro, pelo fato de que as variedades se apresentam de forma diferenciada à variação dos fatores bióticos e abióticos, incluindo o manejo realizado na cultura. A diversidade genética de uma espécie é essencial para a sua sobrevivência e adaptação em ambientes diferentes (BORBA et al, 2009).

A variedade Agulha apresentou alta qualidade de sementes em todas as safras, as variedades Caipira, Rosa 15 e Gomes apresentaram alta qualidade fisiológica em duas safras (safra 1 e 2), e as variedades Piriquito, Argentino e Primavera em uma safra (safra 2). Esses resultados mostram que as variedades apresentam bom potencial para produção de

sementes em sistema de cultivo orgânico. Os resultados concordam com Coelho et al. (2014), avaliando 11 variedades de arroz, concluíram que as variedades Agulha, Rosa 15 e Camilo foram as mais promissoras para as características de viabilidade e vigor.

Nokkoul; Wichitparp (2009) avaliando sete variedades de arroz de sequeiro em sistema de cultivo orgânico, concluíram que a produção de sementes de arroz nesse sistema, permitiu a produção de sementes de alta qualidade. Segundo os mesmos autores, isto mostrou a viabilidade de produção, e a necessidade de sementes de qualidade é um fator preponderante, sendo necessário monitoramento contínuo da qualidade destas sementes produzidas, pois apesar do componente genético ter sido elevado na manutenção da qualidade fisiológica, também o efeito foi variável em função da safra agrícola.

## 5.5 CONCLUSÕES

As variedades apresentaram diversidade genética em relação à qualidade fisiológica das sementes e bom potencial para produção no sistema cultivo orgânico.

As variedades Agulha, Rosa 15, Caipira, Gomes e Argentino apresentaram alta qualidade fisiológica nos dois sistemas de cultivo e nas três safras.

**Tabela 10: Análise de variância de germinação e vigor de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3)**

Fontes de variação	GL	Quadro médio													
		GER		CPL		TFR		EAC		EAR		IVE		ECA	
Safra		Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3	Safra 2	Safra 3
Cultivo (C)	1	0,04**	0,06*	120,6*	6,17ns	0,07**	0,14*	0,00ns	0,03**	0,00 ns	0,02ns	18,38**	3,72*	0,38**	0,01ns
Erro	6	0,01	0,00	5,01	1,14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	1,59	0,51	0,00	0,00
Parcelas	7														
Variedade (V)	12	0,14**	0,09**	12,67**	17,16**	0,26**	0,09**	0,14**	0,14**	0,16**	0,10**	16,73**	5,00**	0,06**	0,02**
CXV	12	0,01	n0,04**	5,64**	3,66**	0,01*	0,04**	0,02**	0,03**	0,04**	0,01	n4,14**	1,30**	0,02**	0,01*
Erro	72	0,00	0,00	1,67	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,86	0,50	0,01	0,00
Subparcelas	103														
Cultivo (C)		4,1	5,5	10,2	5,5	3,4	12	7,6	2,6	12,1	6,4	12,1	8,1	7,5	14,7
Erro		6,3	6,6	5,9	5,9	7,3	7,8	7,0	6,7	10,0	9,0	8,9	8,1	8,8	8,8
Média Geral		96	91	21,9	19,3	90	81	91	76	94	90	10,4	8,7	85	74
Média convencional		97a	93a	20,9b	19,5a	92a	84a	91a	78a	94a	89a	9,9b	8,5b	80b	73a
Média orgânico		95b	90b	23,0a	19,0a	89b	78b	92a	74b	94a	90a	10,8a	8,9a	89a	75a

GER: germinação (%); CPL: comprimento de plântula (cm); TFR: teste de frio (%); EAC: envelhecimento acelerado (%); EAR: emergência em areia (%); IVE: índice de velocidade de emergência; ECA: emergência a campo (%); \*significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns: não significativo.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

**Tabela 11: Caracterização fisiológica de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2012/2013**

Variável	GR	CPL		TFR		EAC		EAR		IVE		ECA		Soma de Postos	
		CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR
<b>Agulha</b>	100a	23,0aA	24,9aA	98aA	96aA	97aA	96bA	93aA	97aA	10,4aB	12,4aA	90aA	90aA	12aA	13aA
<b>Rosa 15</b>	100a	19,2bB	26,0aA	96aA	97aA	97aA	94bA	98aA	98aA	10,8aB	12,2aA	85aB	97aA	15aA	12aA
<b>Mato Grosso</b>	97b	1,9bB	22,6bA	96aA	83bB	96aA	92bA	100aA	92aB	10,6aA	11,2aA	70bB	87bA	16aA	21bB
<b>Gomes</b>	98b	22,0aB	24,7aA	94aA	95aA	97aA	93bA	98aA	96aA	11,0aA	11,9aA	85aA	91aA	13aA	15aA
<b>Preto</b>	76d	19,7bA	19,5cA	66cA	64dA	65dA	60dA	57cA	74bA	5,50cB	7,60cA	80b	75bA	29cA	34cB
<b>Argentino</b>	99a	20,6bB	22,9bA	95aA	96aA	94bA	98aA	83bB	97aA	8,10bB	11,3aA	66bA	78bA	21bA	18bA
<b>Kinsel</b>	97b	18,7bB	21,5bA	95aA	95aA	91bB	99aA	84bA	91aA	8,00bB	10,7aA	69bB	87bA	23bB	19bA
<b>Camilo</b>	95b	22,1aA	22,2bA	93aA	94aA	93bA	84cB	98aA	96aA	10,7aA	10,8aA	79bA	86bA	15aA	21bB
<b>Piriquito</b>	99a	20,6bA	22,2bA	99aA	97aA	91bA	95bA	100aA	98aA	11,6aA	11,3aA	73bB	92aA	15aA	16aA
<b>Casca Roxa</b>	88c	21,1aA	22,7bA	69cA	42cB	83cA	76cA	91aA	77bB	9,90aA	8,2cB	80bA	80bA	22bA	31cB
<b>Caipira</b>	98b	22,2aB	24,9aA	95aA	94aA	89bA	93bA	97aA	96aA	11,2aA	11,1aA	93aA	93aA	13aA	16aA
<b>Primavera</b>	95b	21,1aB	23,1bA	94aA	89bA	92bA	96bA	94aA	99aA	11,1aA	11,9aA	90aA	94aA	15aA	16aA
<b>Cambará</b>	88c	20,9aA	22,2bA	82bA	78cA	80cB	92bA	94aA	88bA	10,6aA	9,60bA	76bA	96aA	20bA	22bA

GER: germinação (%); CPL: comprimento de plântula (cm); TFR: teste de frio (%); EAC: envelhecimento acelerado (%); EAR: emergência em areia (%); IVE: índice de velocidade de emergência; ECA: emergência a campo (%); Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

**Tabela 12: Caracterização fisiológica de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas cultivo convencional e orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2013/2014**

Variável	GER		CPL		TFR		EAC		EAR	IVE		ECA		Soma de Postos	
	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR		CO	OR	CO	OR	CO	OR
<b>Agulha</b>	99aA	96aA	21,55aA	21,45aA	91aA	92aA	93aA	88aA	95a	9,89aA	10,01aA	71bB	84aA	11aA	11aA
<b>Rosa 15</b>	90cA	94bA	21,11aA	19,52bA	85bA	82bA	86bA	88aA	91b	8,82aA	9,47aA	73bB	84aA	14bA	15bA
<b>Mato Grosso</b>	95bA	72cB	19,90bA	19,04bA	84bA	54cB	88bA	74cB	68c	6,79bA	6,58cA	83aA	73bA	18cA	25dB
<b>Gomes</b>	98aA	93bB	19,75bA	21,26aA	93aA	80bB	87bA	77bB	94a	9,46aA	8,99bA	70bB	81aA	14bA	15bA
<b>Preto</b>	72dA	77cA	18,59cA	17,81cA	64cA	63cA	72dA	57dB	87b	7,87bA	8,16bA	63bA	72bA	23dA	25dA
<b>Argentino</b>	98aA	98aA	19,85bA	18,28cA	91aA	92aA	73dB	86aA	95a	8,84aA	9,02bA	79aA	78aA	15bA	14bA
<b>Kinsel</b>	94bA	96aA	21,42aA	19,39bB	72cB	88aA	56cA	47cA	95a	8,32bA	8,52bA	68bA	72bA	19cA	19cA
<b>Camilo</b>	91cA	91bA	17,70cA	17,47cA	85bA	76bB	80cA	83bA	96a	8,51bA	9,01bA	72bA	69bA	17cA	19cA
<b>Piriquito</b>	95bA	87bB	19,43bA	18,20cA	94aA	83bB	88bA	72cB	93a	7,95bB	9,51aA	72bA	71bA	16bA	18cA
<b>Casca Roxa</b>	94bA	74cB	16,75cB	18,97bA	81bA	60cB	79cA	68cB	87b	9,16aA	8,11bB	72bA	73bA	19cA	23dB
<b>Caipira</b>	87cA	93bA	20,98aA	22,11aA	83bA	84bA	79cB	93aA	86b	7,80bB	9,84aA	85aA	80aA	16bB	11aA
<b>Primavera</b>	94bA	90bA	17,68cA	17,07cA	89aA	80bB	64cA	70cA	94a	9,50aA	9,69aA	75bA	77aA	19cA	20cA
<b>Cambará</b>	84cA	90bA	18,91cA	16,81cB	81bA	78bA	69cA	59dB	90b	8,12bA	9,04aA	71bA	68bA	20cA	23dB

GER: germinação (%); CPL: comprimento de plântula (cm); TFR: teste de frio (%); EAC: envelhecimento acelerado (%); EAR: emergência em areia (%); IVE: índice de velocidade de emergência; ECA: emergência a campo (%); Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora, 2015.



## **6 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE VARIEDADES DE ARROZ SEQUEIRO CULTIVADAS EM DOIS SISTEMAS.**

### **6.1 RESUMO**

A composição química das sementes de arroz pode ter duas aplicações, a primeira visando explicar as diferenças entre as variedades quanto a qualidade genética/fisiológica e a segunda como caracterização dos componentes básicos para o arroz como alimento de qualidade. Assim o objetivo deste trabalho foi determinar a composição química das sementes de variedades locais de arroz de sequeiro provenientes do sistema de cultivo convencional e orgânico, bem como verificar a existência de correlação do teor de proteína com a qualidade fisiológica das sementes produzidas no sistema de cultivo orgânico. As sementes foram produzidas em experimentos, conduzidos nas safras agrícolas de 2011/2012 (safra 1), 2012/2013 (safra 2) e 2013/2014 (safra 3), no município de Campos Novos – SC, com um total de 11 variedades locais de arroz de sequeiro (Agulha, Rosa 15, Mato Grosso, Gomes, Preto, Argentino, Kinsel, Camilo, Piriquito, Casca Roxa e Caipira) e duas variedades comerciais (Primavera e Cambará). Foram determinados os teores de proteína bruta, fósforo, potássio, ferro e zinco nas sementes. Foi observada diversidade genética para composição química das sementes das variedades avaliadas. Os teores de proteína bruta, fósforo, potássio, ferro e zinco observados nas sementes indicam que as variedades apresentaram potencial de produção como alimento enriquecido naturalmente e para a produção de sementes de qualidade. As variedades Agulha, Preto, Caipira, Casca Roxa, Primavera e Cambará apresentaram sementes com altos teores para a maioria dos nutrientes avaliados, demonstrando o potencial das variedades locais em sistema de cultivo orgânico. O maior teor de proteína foi um indicativo de maior qualidade

fisiológica das sementes das variedades locais de arroz, comprovado pela correlação positiva e significativa entre o teor de proteína com a emergência no campo, comprimento de plântula e índice de velocidade de emergência.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L. Variedades locais. Cultivo orgânico.

## 6.2 INTRODUÇÃO

A determinação da composição química de sementes correlaciona-se com a qualidade genética e fisiológica e representam atributos básicos para alimentação humana. A reserva de nutrientes na semente é expressa pelos teores encontrados nas partes constituintes da semente, e esse valor varia entre espécies, cultivares e depende das condições do ambiente em que a semente é produzida (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARTINS et al., 2007).

O conteúdo de compostos presentes nas sementes afeta tanto a germinação como o potencial de armazenamento são influenciados pelo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A determinação da composição química das sementes pode ter duas aplicações: tanto para avaliar a qualidade da semente, em termos de multiplicação, como para o consumo na forma de alimento. Assim essa espécie é de interesse na agricultura familiar, onde o agricultor produz o seu próprio alimento e também para a comercialização de excedentes com maior valor agregado (COELHO et al ,2011).

No Brasil a produção de arroz provém tanto do sistema de cultivo em sequeiro como em sistema irrigado. Em Santa Catarina o arroz de sequeiro é cultivado em praticamente todo o Estado, principalmente na Região Oeste e apresenta significativa relevância para a agricultura familiar (GONÇALVES et al., 2013). A produção de sequeiro é feita com sementes de variedades locais, selecionadas pelos próprios

agricultores, destinadas em sua maioria ao consumo familiar e pequena comercialização do excedente.

A valorização do arroz de sequeiro no estado de Santa Catarina representar também uma forma de resgate do recurso genético, uma fonte de alimento e também mais uma fonte de renda sustentável para a agricultura familiar. Isso é possível, sobretudo através do uso de variedades locais adaptadas ao cultivo orgânico, com sementes de qualidade superior aquelas utilizadas em cultivos convencionais, que além de diminuir o impacto sobre o ambiente proporcionam a conservação genética destas variedades.

A determinação da composição química das sementes das variedades locais de arroz já foi citada como alimento de ótima qualidade (COELHO et al., 2011). Mas, se for utilizada como semente, deve ser produzida com esta finalidade sob cuidados especiais e obedecendo a normas técnicas, procedimentos e padrões estabelecidos pela legislação (UTINO; PETERS, 2006).

A busca por variedades produtivas e a identificação de variedades com boa qualidade nutricional, adaptadas aos sistemas de cultivo sustentáveis, podem se constituir em uma maneira de incentivar e diversificar as oportunidades de rentabilidade dos produtores. A qualidade da semente é uma característica capaz de fazer com que a cultura do arroz de sequeiro se torne economicamente mais atrativa ao agricultor e participe de maneira significativa nos sistemas de produção (GUIMARÃES et al., 2006).

Combinado a uma crescente demanda por produtos de qualidade, o baixo custo do sistema de produção orgânico pode contribuir para incrementar a renda dos agricultores, visto que esta produção é diferenciada e valorizada economicamente (ICEPA, 2004), entretanto é necessária a busca por formas de incentivos a esse tipo de cultivo, como adequações tecnológicas de produção para a realidade socioeconômica dos produtores.

O objetivo deste trabalho foi determinar a composição química das sementes de variedades locais de arroz de sequeiro provenientes do sistema de cultivo convencional e orgânico, bem como verificar a existência de correlação do teor de proteína com a qualidade fisiológica das sementes produzidas no sistema de cultivo orgânico.

## 6.3 METODOLOGIA

### 6.3.1 Teor de macronutrientes

Para a determinação dos macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) foi realizada a digestão sulfúrica. Inicialmente foram pesadas três repetições 200 mg de semente descascada e moída para cada variedade, e peneiradas em peneira de 6 mm. Após as amostras foram transferidas para tubos de digestão (25x250 mm), e adicionados 0,7 g de mistura catalítica (90% de sulfato de sódio, 9% de sulfato de cobre e 1% de selênio), 2 mL de ácido sulfúrico concentrado e 1 mL de água oxigenada 30%. Os tubos foram colocados em blocos digestores à temperatura inicial de 180 °C por uma hora, posteriormente a temperatura foi aumentada para 360 °C, por um tempo suficiente para tornar a amostra com coloração transparente (duas horas). Após foram retirados do bloco, deixados para esfriar e o volume foi completado com água destilada para um volume final de 50 mL (TEDESCO et al., 1995).

- **Fósforo:** a concentração foi determinada por espectrofotometria (TEDESCO et al., 1995).
- **Potássio:** a concentração foi determinada pela emissão de luz em fotômetro de chama (TEDESCO et al., 1995).
- **Nitrogênio:** a partir do teor de nitrogênio total contido na amostra foi determinado o teor de proteína total, conforme proposto por Kjeldahl

(AOAC, 1995). A determinação do nitrogênio foi feita por destilação em micro-destilador de nitrogênio. A determinação do teor de proteína total foi realizada seguindo a fórmula: % Proteína = conteúdo de N  $\times$  6,25 (AOAC, 1995).

### 6.3.2 Teor de micronutrientes

Para a determinação dos micronutrientes Ferro (Fe) e Zinco (Zn) foi realizada a digestão nitro-perclórica. Foram pesadas três repetições 1000 mg de semente descascada e moída para cada variedade, colocadas em tubos de digestão, junto com a amostra foi adicionado ácido nítrico concentrado e ácido perclórico concentrado na proporção de 2:1. Em seguida os tubos foram colocados em blocos digestores à temperatura inicial de 90 °C durante uma hora, até o volume ser reduzido à metade, em seguida à temperatura foi gradualmente aumentada até 120 °C, mantendo esta temperatura até obter uma alíquota transparente, após foi adicionado 1 ml de ácido perclórico e a temperatura elevada gradativamente de 10 em 10 °C até atingir 180 °C, deixando nessa temperatura por 2 horas. Após os tubos foram retirados do bloco para esfriar e o volume foi completado com água destilada para 20 mL (MALAVOLTA et al., 1989).

- **Ferro e Zinco:** a determinação foi feita através de espectrofotometria de absorção atômica (TEDESCO et al., 1995).

As avaliações da composição química das sementes foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campos Novos.

### 6.3.3 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as comparações entre os valores médios, de cada

uma das variáveis analisadas, nas diferentes variedades em cada sistema de cultivo, foram efetuadas pelo teste de Scott-Knott e, entre os sistemas, para cada variedade, pelo teste de Tukey. A correlação entre o teor de proteína bruta e o vigor das sementes foi estimada pela correlação simples de Pearson. A seleção das variedades de melhor composição química foi feita com auxílio de um índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock (1978), conforme descrito no capítulo anterior.

## 6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.4.1 Experimento safra 1: caracterização da composição química das sementes de variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico

A análise de variância mostrou diferenças significativas entre as variedades para todas as variáveis, com exceção do Zn (Tabela 13).

**Tabela 13: Análise de variância da composição química de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio				
		PB <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	K <sup>3</sup>	Fe <sup>4</sup>	Zn <sup>5</sup>
<b>Bloco</b>	2	0,263 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	24,73 <sup>ns</sup>	6,280 <sup>ns</sup>
<b>Variedade</b>	12	3,255**	1,188**	0,832**	879,8**	39,40 <sup>ns</sup>
<b>Erro</b>	24	0,183	0,166	0,106	229,1	33,17
<b>CV (%)</b>	-	3,52	9,57	13,2	36,6	12,4
<b>Média geral</b>	-	12,1	4,25	2,47	41,3	46,1

<sup>1</sup>PB: proteína bruta (%); <sup>2</sup>P: fósforo (g kg<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>K: potássio (g kg<sup>-1</sup>); <sup>4</sup>Fe: ferro (mg kg<sup>-1</sup>); <sup>5</sup>Zn: zinco (mg kg<sup>-1</sup>); \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

Em relação aos teores de fósforo e potássio, as variedades apresentaram em média  $4,25 \text{ g kg}^{-1}$  de fósforo, variando de  $3,16$  até  $5,27 \text{ g kg}^{-1}$  e em média  $2,47 \text{ g kg}^{-1}$  de potássio, variando entre  $1,62$  e  $3,36 \text{ g kg}^{-1}$ , sendo que os menores e os maiores teores foram encontrados nas variedades Argentino e Caipira respectivamente. Valores semelhantes foram para esses dois macronutrientes foram determinados por Denardin et al. (2004), ao avaliar nove cultivares de arroz integral encontraram teores médios de fósforo de  $2,95 \text{ g kg}^{-1}$  (entre  $2,32$  e  $4,97 \text{ g kg}^{-1}$ ) e de potássio  $2,20 \text{ g kg}^{-1}$  (entre  $1,80$  e  $2,75 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Tabela 14).

Em relação aos micronutrientes, o teor médio de ferro foi de  $41,3 \text{ mg kg}^{-1}$ , com maior variação nos valores, os quais ficaram entre  $17,9$  e  $75,9 \text{ mg kg}^{-1}$  (Gomes e Piriquito respectivamente). O teor médio de zinco foi de  $46,10 \text{ mg kg}^{-1}$ , e as variedades não apresentaram diferenças significativas. Para os micronutrientes ferro e zinco Denardin et al. (2004) encontraram valores médios menores, sendo  $10,29$  e  $29,60 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente, com variações menores entre as cultivares, tanto para ferro ( $6,90$ - $20,6 \text{ mg kg}^{-1}$ ), como para zinco ( $24,5$ - $34,3 \text{ mg kg}^{-1}$ ).

**Tabela 14: Teores de proteína total, fósforo, potássio, ferro e zinco em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012.**

(Continua)

Variedades	Proteína bruta (%)	Fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ )	Potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ )	Ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
Agulha	13,4a	4,21a	2,43a	44,5b	41,2a
Rosa 15	13,4a	3,52b	1,78b	48,6b	43,4a
Mato Grosso	11,2b	3,48b	1,89b	36,3b	46,2a
Gomes	12,5a	4,63a	2,85a	17,9b	44,1a

**Tabela 14: Teores de proteína total, fósforo, potássio, ferro e zinco em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012.**

Variedades	(Conclusão)				
	Proteína bruta (%)	Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )	Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )
<b>Preto</b>	11,7b	4,56a	3,14a	71,9a	46,0a
<b>Argentino</b>	10,5c	3,16b	1,62b	42,2b	46,6a
<b>Kinsel</b>	10,4c	3,69b	2,02b	46,3b	55,5a
<b>Camilo</b>	11,9b	4,61a	2,84a	30,2b	43,2a
<b>Piriquito</b>	11,7b	4,43a	2,60a	75,9 <sup>a</sup>	42,8a
<b>Casca Roxa</b>	11,7b	4,24a	2,26b	20,9b	48,6 <sup>a</sup>
<b>Caipira</b>	13,3 <sup>a</sup>	5,27a	3,36a	31,1b	45,1a
<b>Primavera</b>	13,0a	4,55a	2,48a	37,4b	48,1a
<b>Cambará</b>	13,0a	5,00a	2,88a	33,2b	47,8a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: produção da própria autora, 2015.

As variedades apresentaram teor médio de proteína total de 12,1%, variando 10,4% (Kinsel) e 13,4% (Agulha e Rosa 15) (Tabela 14), valores superiores aos citados por Walter et al. (2008), que encontraram valores considerados baixos, em média 7%. Entretanto, valores semelhantes foram encontrados por Coelho et al. (2011), avaliando 11 variedades de arroz de sequeiro observaram teores de proteína total entre 9,9 e 12%, e por Araújo et al. (2003) em experimento conduzido com 33 variedades de arroz de sequeiro observaram variação de 6,22 a 10,48% no teor de proteína. Jugran et al. (2010) caracterizando 48 variedades de arroz coletadas na Índia e observaram que os teores proteicos variaram entre 1,65 e 9,33%.



Apesar de o arroz ser um dos cereais com menor teor de proteínas, suas sementes possuem uma proteína de melhor qualidade, sendo 0,5% de albumina, 10% de globulina, 0,5% de prolamina e 80% de glutelina (BEWLEY; BLACK, 1985; ARAÚJO et al., 2003), o que pode ser um bom indicativo de alimento de boa qualidade.

As proteínas são os componentes básicos de toda a célula viva e exercem duas funções principais nas sementes, atuando como substância de reservas e catalisando reações químicas, além de ser utilizado para diferenciar lotes de sementes de arroz quanto à qualidade fisiológica (BORTOLOTTO et al., 2008).

A determinação do teor de proteínas não é um teste de vigor, porém os resultados mostraram a possibilidade de associá-la à ao potencial fisiológico das sementes, porque as proteínas catalisam reações químicas e servem para formar novos tecidos nos pontos de crescimento do embrião (MARCOS FILHO, 2005). Esse fato está relacionado à eficiência do metabolismo, à velocidade de formação e ao vigor das plântulas.

A associação entre teor de proteína como um componente para explicar a qualidade fisiológica de sementes de arroz pode ser comprovada pela correlação positiva e significativa para o vigor das sementes pela emergência a campo (0,70), comprimento de plântula (0,62), e índice de velocidade de emergência (0,58), o que indica quanto maior o teor de proteína maior será a qualidade fisiológica de sementes de arroz.

A relação entre os valores de correlação, também já foi indicado por outros autores (MIGUEL; CICERO, 1999 em sementes de feijão; Martins et al. (2006), em sementes de tomate; Bortolotto et al. (2008), em sementes de arroz), onde sementes com maior teor de proteína apresentaram maior qualidade fisiológica. Gmach et al. (2013c), verificaram a existência de correlação do teor de proteína com a qualidade

fisiológica de variedades locais de arroz produzidas em sistema de cultivo orgânico e concluíram que o maior teor de proteína pode ser um indicativo de maior qualidade fisiológica das sementes das variedades.

**Tabela 15: Coeficiente de correlação linear de Pearson entre oito características da qualidade fisiológica e proteína bruta em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012**

Variáveis	GER	CPL	TFR	EAC	EAR	IVE	ECA	PB
GER	1	0,74**	0,05 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,70**	0,69**	0,51 <sup>ns</sup>
CPL		1	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,55*	0,51 <sup>ns</sup>	0,62*
TFR			1	0,22 <sup>ns</sup>	0,55*	0,36 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>
EAC				1	-0,27 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	-0,39 <sup>ns</sup>	-0,69**
EAR					1	0,86**	0,15 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
IVE						1	0,48 <sup>ns</sup>	0,58*
ECA							1	0,70**
PB								1

GER: germinação (%); PCG: primeira contagem de germinação (%); CPL: comprimento de plântula (cm); TFR: teste de frio (%); EAC: envelhecimento acelerado (%); EAR: emergência em areia (%); IVE: índice de velocidade de emergência; ECA: emergência a campo (%); PB: proteína bruta (%); \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

As variedades apresentaram teores dos nutrientes avaliados de acordo com os citados na literatura, com destaque para as variedades Agulha, Gomes, Preto, Piriquito, Caipira, Primavera e Cambará que apresentaram sementes com altos teores para a maioria dos nutrientes avaliados, demonstrando o potencial das variedades locais para a produção de sementes

em sistema de cultivo orgânico e para a utilização como alimento de qualidade. Marcos Filho (2005), salienta que uma variedade que apresenta maior capacidade em translocar e armazenar nutrientes na semente tem maior potencial em produzir sementes com elevado poder germinativo e vigor de plântulas sob condições adversas de estresses bióticos e abióticos.

#### **6.4.2 Experimentos safras 2 e 3: caracterização da composição química das sementes de variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico**

A análise de variância quanto aos teores de nutrientes indicou efeito significativo da variedade, do sistema de cultivo e da interação variedade x sistema de cultivo para o teor de proteína bruta, fósforo, potássio, e zinco nas duas safras, com exceção do teor de P na safra 2 (Tabela 16). O efeito significativo demonstra a influência do ambiente de cultivo na composição química das sementes de arroz.

Apenas os teores de ferro não apresentaram diferença significativa para os dois sistemas de cultivo avaliados. De acordo com os valores do quadrado médio houve maior efeito do sistema de cultivo para as variáveis proteína bruta, fósforo e zinco nas duas safras.

Os teores de todos os nutrientes avaliados foram mais elevados na safra 2 em relação a safra 3, esse fato pode ser explicado devido produtividade média das variedades ter sido muito superior na safra 3 (safra 2:  $1.711 \text{ kg ha}^{-1}$ ; safra 3:  $3.524 \text{ kg ha}^{-1}$ ), podendo ter ocasionado a diluição dos nutrientes absorvidos pelas plantas, como descrito por Nodari e Guerra (2015), onde os mesmos salientam que quando a planta privilegia o rendimento ocorre detrimento do acúmulo de nutrientes e vitaminas, configurando um efeito de diluição. Segundo os mesmos autores, esse fato é o que realmente ocorre

é uma relação inversa entre rendimento e conteúdo de nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados em feijão por Zilio (2010), onde o autor observou que elevadas produtividades de sementes estão associadas a menores teores de nutrientes, especialmente proteína bruta.

No cultivo orgânico, as sementes apresentaram maiores teores de proteína nas duas safras, fósforo e zinco na safra 2 e potássio na safra 3. As variedades apresentaram sementes com teor médio de proteína bruta de 16,1% na safra 2 e 10,2% na safra 3, sendo maior nas sementes provenientes do cultivo orgânico (17,1% e 10,8% respectivamente) em relação ao cultivo convencional (15,0% e 9,64% respectivamente) (Tabelas 17 e 18).

Nas duas safras foram observados valores superiores aos encontrados por Walter (2009) em sementes integrais de arroz, onde o teor de proteína variou de 7,50 a 9,36%. Lumen e Chow (1995) observaram grande variação na concentração desse nutriente, com valores entre 4,3 e 18,2%, segundo estes autores, o teor de proteína é afetada por características genotípicas, adubação nitrogenada, radiação solar e também pela temperatura durante o desenvolvimento da semente (JULIANO; BECHTEL, 1985).

O teor de fósforo na safra 2 foi de 2,75 g kg<sup>-1</sup>, com maior concentração nas sementes provenientes do cultivo orgânico. Na safra 3 o teor médio foi de 0,98 g kg<sup>-1</sup>, e não houve diferenças entre os sistemas de cultivo. Essa diferença nos teores entre as safras pode ser explicada pelo efeito de diluição já citado anteriormente, visto que a produtividade na safra 3 (3.524 kg ha<sup>-1</sup>) foi muito superior a safra 2 (1.711 kg ha<sup>-1</sup>).

Em relação as variedades, com exceção da variedade Argentino na safra 2, todas apresentaram teores de fósforo superior ou igual quando cultivadas em sistema orgânico. Os valores observados se aproximam dos encontrados por Walter (2009) em arroz integral (1,76 a 5,95 g kg<sup>-1</sup>). De acordo com

Pereira et al. (2011) os teores de nutrientes nas sementes podem variar em função da variedade e da sua associação com a forma de cultivo, bem como com as variações nas condições climáticas ou local de cultivo.

Em relação ao teor de potássio, as variedades produziram sementes com maior teor no cultivo convencional na safra 2 (2,95 g kg<sup>-1</sup>) e no cultivo orgânico na safra 3 (1,68 g kg<sup>-1</sup>). Os valores observados na safra 2 foram semelhantes aos encontrados por Walter et al. (2009), os quais variaram de 2,06 até 3,95 g kg<sup>-1</sup>, já os da safra 3 foram inferiores aos citados.

Em relação aos micronutrientes, foram avaliados os teores de ferro e zinco, dois minerais essenciais para a saúde humana, que estão disponíveis em baixas concentrações no grão (JULIANO; BECHTEL, 1985). E devido à importância do arroz na alimentação, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para aumentar a concentração destes minerais no grão (WALTER et al, 2008), e uma das formas é a partir de variedades que apresentem maiores teores nos grãos de forma natural.

Para o teor de ferro não foram observadas diferenças entre os sistemas de cultivo nas duas safras. As variedades produziram sementes com teor de ferro de 47,5 mg kg<sup>-1</sup> na safra 2 (variando entre 32,2 - 89,6 mg kg<sup>-1</sup>) e de 24,9 mg kg<sup>-1</sup> (variando entre 14,4 - 44,7 mg kg<sup>-1</sup>) na safra 3. Para zinco, na safra 2, as sementes apresentaram teor médio de 35,4 mg kg<sup>-1</sup> (variando entre 28,0 - 57,4 mg kg<sup>-1</sup>), sendo que as sementes produzidas em sistema orgânico apresentaram maiores teores. Na safra 3 o teor médio foi de 27,7 mg kg<sup>-1</sup> (variando entre 21,1 - 31,9 mg kg<sup>-1</sup>), sem diferença nos teores entre os sistemas de cultivo. Os valores observados corroboram com Walter (2009), avaliando 18 variedades de arroz observou que o teor de ferro variou entre 18-76mg kg<sup>-1</sup> e zinco entre 35-78 mg kg<sup>-1</sup>.

Foi observada grande diversidade entre as variedades em relação a composição química das sementes, o que dificulta a indicação daquela com melhor qualidade. Assim foi aplicado o índice de soma de postos de Mulamba e Mock (1978) com o

objetivo de indicar a variedade com melhor composição química em cada safra e para cada sistema de cultivo. O teste de Scott-Knott foi aplicado à soma de postos para agrupar as variedades com características semelhantes.

Na safra 2, índice variou de 7 a 25 para as sementes provenientes do sistema de cultivo convencional e de 9 a 26 para as do sistema orgânico, onde o menor valor do índice indicou a combinação mais favorável entre os caracteres avaliados, e em ambos os sistemas de cultivo as variedades foram classificadas em quatro grupos. As variedades Agulha e Cambará apresentaram altos teores de nutrientes nas sementes produzidas nos dois sistemas de cultivo, as variedades Gomes e Camilo nas sementes produzidas em sistema convencional e as variedades Primavera, Argentino e Casca Roxa nas sementes produzidas no sistema orgânico (Tabela 17).

Na safra 3, da mesma forma, as variedades foram classificadas em quatro grupos. As variedades Agulha e Primavera apresentaram altos teores de nutrientes nas sementes produzidas nos dois sistemas de cultivo. No cultivo convencional o índice variou de 8 a 24 e as melhores combinações foram observadas nas variedades Mato Grosso e Cambará. Já no cultivo orgânico o índice variou de 8 a 20, e as variedades Rosa 15, Kinsel, Casca Roxa, Caipira e Preto apresentaram sementes com a melhor composição química (Tabela 18).

As variedades Agulha, Primavera e Cambará apresentaram altos teores para os nutrientes avaliados nas duas safras e nos dois sistemas de cultivo, mostrando que essas variedades são mais estáveis em relação a essa característica, devido a maior influência do fator genético. A variedade Casca Roxa apresentou altos teores dos nutrientes nas duas safras somente nas sementes produzidas em cultivo orgânico. As variedades Gomes, Camilo, Mato Grosso apresentaram altos teores nas sementes produzidas em sistema convencional e as variedades Argentino, Rosa 15, Kinsel, Caipira e Preto nas

sementes produzidas em cultivo orgânico, porém esse comportamento não foi observado nas duas safras.

Os resultados obtidos mostram a existência de diversidade entre as variedades para a composição química das sementes, indicando forte interação entre variedade e ambiente. A caracterização da composição química das sementes das variedades locais é uma ferramenta que auxilia a escolha de variedades para a produção orgânica, e favorece o uso dos recursos naturais disponíveis nas propriedades rurais e assim torna o sistema mais atrativo. Em função da diversidade observada entre as variedades, e se o objetivo é determinar a adaptabilidade e estabilidade destas variedades, estes materiais devem ser avaliados diferentes anos agrícolas.

## 6.5 CONCLUSÕES

Existe diversidade genética para composição química das sementes das variedades locais de arroz de sequeiro.

As variedades Agulha, Preto, Caipira, Casca Roxa, Primavera e Cambará apresentaram sementes com altos teores para a maioria dos nutrientes, demonstrando o potencial de uso destas variedades locais no sistema de cultivo orgânico.

As variedades Agulha, Primavera e Cambará apresentaram maior estabilidade em relação a composição química das sementes nas safras 2 e 3 e nos dois sistemas de cultivo avaliados, e variedade Casca Roxa também se mostrou estável nas safras 2 e 3 somente nas sementes produzidas em cultivo orgânico.

O alto teor de proteína foi um indicativo de maior qualidade fisiológica das sementes das variedades locais de arroz, o que poderia ser um marcador para escolha de variedade com melhor estabelecimento a campo.

**Tabela 16: Análise de variância da composição química de sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safras 2012/2013 e 2013/2014**

Fontes de variação	GL	Quadrado médio									
		PB		P		K		Fe		Zn	
Safra		2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
<b>Cultivo (C)</b>	1	86,28**	29,89**	32,66**	0,155*	0,376*	0,854**	22,79 <sup>ns</sup>	16,23 <sup>ns</sup>	430,77**	82,85**
<b>Erro</b>	2	0,69	1,540	0,156	0,007	0,022	0,015	47,88	21,96	9,022	0,793
<b>Parcelas</b>	5										
<b>Variedade (V)</b>	12	5,70**	7,959**	0,321 <sup>ns</sup>	0,051**	0,305**	0,156**	864,73**	206,11**	160,61**	23,72**
<b>C X V</b>	12	10,88**	0,805**	0,982**	0,021**	0,901**	0,115**	546,46**	208,40**	39,68**	27,44**
<b>Erro</b>	48	1,83	0,239	0,256	0,002	0,04	0,015	29,81	31,45	7,13	2,691
<b>Subparcelas</b>	77										
<b>Cultivo (C)</b>	-	5,19	6,05	14,37	8,89	5,23	8,01	14,55	18,7	8,48	3,21
<b>CV Variedade</b>	-	8,42	4,77	18,4	4,91	7,74	7,85	11,48	22,4	7,54	5,91
<b>Média Geral</b>	-	16,11	10,26	2,75	0,982	2,88	1,576	47,56	24,95	35,41	27,76
<b>Convencional</b>	-	15,05b	9,64b	2,10b	0,959a	2,95a	1,472b	48,10a	24,5a	33,06b	26,73a
<b>Orgânico</b>	-	17,16a	10,88a	3,40a	1,048a	2,89b	1,681a	47,02a	25,4a	37,76a	28,79a

PB: proteína bruta (%); P: fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ); K: potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ); Fe: ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ); Zn: zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ); \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Fonte: produção da própria autora, 2015.



**Tabela 17: Teores de proteína total, fósforo, potássio, ferro e zinco em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2012/2013**

Variedade	Proteína		Fósforo (g		Potássio (g		Ferro (mg		Zinco (mg		Soma de	
	bruta (%)		kg <sup>-1</sup> )		kg <sup>-1</sup> )		kg <sup>-1</sup> )		kg <sup>-1</sup> )		Postos	
Cultivo	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR
<b>Agulha</b>	17,7aA	17,2aA	2,92aA	2,34bA	3,11aA	2,84bA	89,6aA	66,7cB	39,2aA	39,1cA	7aA	13bB
<b>Rosa 15</b>	15,2bA	17,2aA	2,19bA	2,75bA	3,26aA	1,85dB	46,4bA	32,2dB	30,8bA	34,2cA	20cA	25dB
<b>Mato Grosso</b>	13,8bB	16,8aA	1,60bB	3,44aA	3,52aA	2,47cB	51,7bA	32,3dB	31,1bB	36,2cA	19cA	24dB
<b>Gomes</b>	17,7aA	12,9cB	2,43aB	3,41aA	3,18aA	2,12dB	55,6bA	41,7dB	31,8bA	28,0dA	13bA	26dB
<b>Preto</b>	14,5bB	16,7aA	1,56bB	3,72aA	3,29aA	3,29aA	47,0bA	34,6dB	30,9bB	36,4cA	21cA	22cA
<b>Argentino</b>	13,0bB	17,7aA	2,15bB	3,32aA	2,64bB	3,25aA	40,6cB	74,2bA	29,5bB	35,9cA	25dB	16bA
<b>Kinsel</b>	12,3bB	16,7aA	1,79bB	2,93bA	2,52bA	2,37cA	42,3cA	35,5dA	29,6bB	35,2cA	25dA	24dA
<b>Camilo</b>	15,2bA	15,6bA	2,02bB	3,48aA	3,54aA	2,58cB	45,7bA	39,0dA	35,6bA	37,1cA	15bA	21cB
<b>Piriquito</b>	14,7bB	17,7aA	2,89aA	3,27aA	2,83bA	2,81bA	39,8cA	41,7dA	32,7bA	34,7cA	20cA	20cA
<b>Casca Roxa</b>	15,4bB	17,7aA	1,93bB	3,76aA	2,77bA	3,11aA	38,3cB	85,9aA	33,3bA	34,1cA	20cB	15bA
<b>Caipira</b>	14,3bB	19,2aA	2,13bB	4,15aA	2,68bB	3,26aA	40,4cA	32,6dA	29,6bB	36,1cA	25dB	20cA
<b>Primavera</b>	14,7bB	19,2aA	2,06bB	3,78aA	2,61bB	3,16aA	36,0cA	44,1dA	33,0bB	46,6bA	23dB	11aA
<b>Cambará</b>	17,2aA	18,5aA	1,71bB	3,88aA	2,52bB	3,56aA	54,9bA	57,8cA	42,7aB	57,4aA	10aA	9aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

**Tabela 18: Teores de proteína total, fósforo, potássio, ferro e zinco em sementes de treze variedades de arroz sequeiro produzidas nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, no Município de Campos Novos, SC, Brasil, safra 2013/2014**

Variedade	Proteína bruta (%)		Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )		Potássio (g kg <sup>-1</sup> )		Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )		Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )		Soma de Postos	
	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR	CO	OR
<b>Cultivo</b>												
<b>Agulha</b>	11,5aB	12,6aA	1,14aA	1,19aA	1,64aB	2,04aA	44,7aA	31,0bA	27,9bA	29,0aA	9aA	11aA
<b>Rosa 15</b>	11,0aB	12,3aA	1,00bB	1,16aA	1,44bB	1,75bA	18,6bA	25,5bA	27,6bB	30,9aA	16cB	11aA
<b>Mato Grosso</b>	8,60cA	9,24dA	0,96cA	1,03bA	1,59aA	1,62cA	23,9bA	21,1bA	30,2aA	27,1bB	13bA	19dB
<b>Gomes</b>	8,68cB	11,4bA	1,07bA	1,08bA	1,47bB	1,77bA	16,5bA	16,9bA	23,4cB	30,3aA	23dB	16cA
<b>Preto</b>	9,56bB	10,6cA	0,83dB	1,07bA	1,16cB	1,92aA	23,3bB	35,7aA	24,7cB	29,7aA	17dA	14bB
<b>Argentino</b>	8,24cB	9,13dA	0,96cA	0,75dB	1,50bA	1,35dA	22,3bA	23,5bA	24,3cA	23,2cA	18dA	20cA
<b>Kinsel</b>	8,78cB	8,78cB	0,74eB	0,91cA	1,10cB	1,54cA	16,9bB	35,3aA	21,1cB	31,9aA	24dB	8aA
<b>Camilo</b>	9,18bA	9,18bA	0,91dB	1,01bA	1,43bA	1,52cA	17,8bA	19,6bA	30,9aA	30,3aA	16cA	16cA
<b>Piriquito</b>	8,50cB	8,50cB	0,88dB	0,97cA	1,74aA	1,66cA	19,8bA	14,4bA	24,2cA	25,6bA	19cA	22dA
<b>Casca Roxa</b>	9,22bB	9,22bB	0,90dB	1,15aA	1,66bA	2,06aA	20,2bB	36,0aA	28,7bA	29,5aA	16cB	11aA
<b>Caipira</b>	9,96bB	9,96bB	0,96cB	1,15aA	1,36bB	1,74bA	21,8bB	32,0aA	24,0cB	31,0aA	18cB	9aA
<b>Primavera</b>	11,3aA	11,3aA	0,96bB	1,10bA	1,53bA	1,56cA	37,7aA	21,7bB	31,7aA	29,1aA	8aA	14bB
<b>Cambará</b>	10,6aB	12,4aA	1,06bA	1,02bA	1,46bA	1,27dA	34,3aA	17,0bB	28,0bA	26,0bA	11bA	19dB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo de Scott-Knott a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora, 2015.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variedades apresentaram diversidade genética para caracteres agrônômicos, qualidade fisiológica e composição química das sementes, mostrando uma ampla base genética dessas variedades. Foi possível fazer um apanhado geral das avaliações realizadas durante as três safras, e verificar que algumas variedades são melhores em determinadas características, o que não quer dizer que as outras não sejam boas, pois mais estudos ainda são necessários com essas variedades em sistema de cultivo orgânico para que a adaptabilidade e a estabilidade a este sistema de cultivo.

A maioria das variedades apresentou produtividade superior à produtividade média de arroz de sequeiro no Estado de Santa Catarina ( $1.400 \text{ kg ha}^{-1}$ ) nos dois sistemas de cultivo avaliados. Em geral as melhores produtividades foram obtidas nas safras onde a semeadura foi realizada mais cedo e a temperatura durante a maturação das sementes se manteve próxima a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

O número de panículas  $\text{m}^{-2}$  foi o componente de rendimento que mais contribuiu para a produtividade de sementes das variedades locais em sistema de cultivo orgânico, indicando que essa é uma característica importante na escolha de variedades se busca o aumento da produtividade.

As variedades, Piriquito, Argentino, Gomes, Kinsel apresentaram boa produtividade em todas as safras, sendo estas mais adaptadas a região avaliada e podem ser indicadas como promissoras para o cultivo orgânico. As variedades Mato Grosso, Preto, Casca Roxa e Caipira apresentaram bom potencial produtivo na safra 1 e 3, quando a semeadura foi realizada mais cedo (10 dias antes em relação a safra 2). Todas as variedades apresentaram bom potencial produtivo (acima de  $2.300 \text{ kg ha}^{-1}$ ) na safra 3, onde a semeadura foi precoce e a temperatura durante o desenvolvimento da cultura foram mais

altas e com menos picos de temperatura baixa na fase de maturação das sementes.

Em relação ao percentual de germinação, com exceção das variedades Preto e Casca Roxa, o percentual foi dentro do padrão estabelecido para comercialização de sementes. Na avaliação de vigor, alguns pontos precisaram ser considerados e algumas adaptações nas metodologias foram necessárias para melhor diferenciação das variedades. No vigor pelo frio houve a necessidade de aumentar o período de exposição do teste de sete dias, como descrito na literatura, para 10 dias, e no teste de envelhecimento acelerado a temperatura e o tempo de exposição das sementes ao teste precisaram ser estudados previamente (45 °C/72 horas). Fato esse que mostra que entre essas variedades apresentam algumas particularidades, como maior resistência as condições de estresse utilizadas nos testes atualmente, o que requer testes prévios ao avaliar as sementes destas variedades.

Quanto a qualidade fisiológica das sementes produzidas, as variedades Agulha, Rosa 15, Caipira, Gomes e Argentino apresentaram alta qualidade fisiológica nas sementes produzidas nos dois sistemas de cultivo e nas três safras, sendo estas mais promissoras nos dois sistemas. As variedades Piriquito e Camilo também apresentaram alta qualidade fisiológica nas sementes produzidas nos dois sistemas de cultivo, porém apenas nas safras 1 e 2.

As variedades apresentaram sementes com os maiores teores dos minerais avaliados nas safras 1 e 2 onde a produtividade foi menor. Nessas safras, em geral, as variedades produziram sementes de melhor qualidade fisiológica, ou seja, as sementes com melhor composição química também apresentam melhor potencial fisiológico. Na safra 3, onde a produtividade média foi maior, os teores dos minerais avaliados foram menores, devido a ocorrência do efeito de diluição.

A composição química das sementes as variedades Agulha, Preto, Caipira, Casca Roxa, Primavera e Cambará apresentaram-se com teores altos dos minerais avaliados. As variedades Agulha, Primavera e Cambará apresentaram maior estabilidade em relação a composição química das sementes nas safras 2 e 3 e nos dois sistemas de cultivo avaliados, e variedade Casca Roxa também se mostrou estável nas safras 2 e 3 somente nas sementes produzidas em cultivo orgânico.

O alto teor de proteína foi um indicativo de maior qualidade fisiológica das sementes das variedades locais de arroz, o que poderia ser um marcador para escolha de variedade com melhor estabelecimento a campo.

Devido a ampla diversidade genética observada entre as variedades, nenhuma deve ser descartada por esses resultados, pois estas variedades possuem outras características importantes, que devem ser avaliadas, e sua resposta vai depender da época de semeadura e do manejo em pré e pós colheita.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Anais do seminário nacional de assistência técnica e extensão Rural**. Uma nova extensão para a agricultura familiar. 1997.

AGAH, K.; FOTOKIAN, M. H.; EZATOLLAH, F. Correlation and Path Coefficient Analysis for Some Yield-Related Traits in Rice Genotypes (*Oryza sativa* L.). **Asian Journal of Plant Sciences**., v. 6, p. 513-517, 2007.

AKHTAR, N.; NAZIR, M. F.; SAFDAR, A.; ASIF, T.; REHMAN, M. E.; RABNAWAZ, M.; MAHMOOD, A. Estimation of Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis in Fine Grain Rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Animal and Plant Sciences**., v. 2, p. 660-664, 2011.

ALMEKINDERS, C.; LOUWAARS, N. **Farmers' seed production: new approaches and practices**. Londres: Intermediate Technology Publications, 1999.

ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; RODRIGUES, J. D.; HABERMANN, G. Gas exchange rates, plant height, yield components, and productivity of upland rice as affected by plant regulators. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., v. 4, p.1455-1461, 2012.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. M. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**. Campinas, v. 67, p. 307-316, 2008.

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. Washington, D.C.: AOAC, 1995.

ARAÚJO, E. S.; SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em sementes de variedades de arroz do Maranhão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1281-1288, nov. 2003.

AZEVEDO, J. T. de; FARIA, L. A. L. Produção de sementes. **Inf. Agropec.** Belo Horizonte, v. 8, n. 91, p. 28-31, 1982.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985. 367p.

\_\_\_\_\_. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. Berlim: Springer Verlag, 1994a. 375p.

\_\_\_\_\_. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994b. 445p.

BOEF, W. S. de. Uma perspectiva de sistemas aproximando agricultores e pesquisadores no manejo comunitário da agrobiodiversidade. In: BOEF, W. de.; THIJSSSEN, M. H.;

OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. (Orgs.). **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre: L&PM, 2007. p. 59-66.

BONOW, S., VON PINHO, E. V. R., SOARES, A. A., SIECOLA JUNIOR, S. Caracterização morfológica de cultivares de arroz visando a certificação da pureza varietal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 3, p. 619-627, 2007.

BORBA, T. C. de O.; BRONDANI, R. P. V.; RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, C. Microsatellite marker-mediated analysis of the Embrapa Rice Core Collection genetic diversity. **Genética**, v. 137, p. 293-304, 2009.

BORTOLOTTO, R. P.; MENEZES, N. L. de; GARCIA, D. C.; MATTIONI, N. M. Teor de proteína e qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 513-520, 2008.

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

BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O. P. Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (eds.). **Tecnologia para arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. c. 7, p. 41-53



CARDOSO, A.; JOVCHELEVICH, P.; MOREIRA, V. Nota: Produção de sementes e melhoramento de hortaliças para a agricultura familiar em manejo orgânico. **NERA**, Presidente Prudente, São Paulo, n. 19, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; JOST, E. Número necessário de experimentos para a comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1701-1709, 2006.

CARRARO, I. M. Semente: insumo nobre. **Seed News**. Pelotas, n. 5, p. 34-35, 2001.

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

CARVALHO, C. G. P. et al. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 311-320, 2002.

CHIKKADEVAIA, H.; SUJATHA, H. L.; NANDINI, C. Correlation and path analysis in sunflower. **Helia**, Novi Sad, v. 25, n. 36, p. 109-117, 2002

CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 151-164, 1994.

COELHO, C. M. M.; ZILIO, M.; SOUZA, C. A.; GUIDOLIN, A. F.; MIQUELLUTI, D. J. Características morfo agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, sup. 1, p. 1177-1186, 2010.

COELHO, C. M. M.; PEREIRA, T.; PARIZOTTO, C.; SOUZA, C. A.; MATHIAS, V. Potencial produtivo e teor de nutrientes em sementes crioulas de arroz em sistema agroecológico na safra 2010/2011. **Cadernos de Agroecologia.**, v. 6, n. 2, dez. 2011.

COELHO, C. M. M.; POLLAK JÚNIOR, M. M.; Clovis Arruda SOUZA, C. A.; PARIZOTO, C. Caracterização da qualidade fisiológica de sementes de arroz-crioulo da safra de 2010/2011. **Científica**, Jaboticabal, v.42, n.3, p.278–284, 2014.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, novembro 2014/Companhia Nacional de Abastecimento, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

CORREA, C.; WEID, J. M. V. Variedades crioulas na Lei de Sementes: avanços e impasses. **Agriculturas**, v. 3, n. 1, p. 12-14, 2006.

COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997; 390 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed, Viçosa: UFV, 2012. 514p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: diversidade genética. Viçosa: Editora UFV, 2008; 278p.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, n. 5, p. 1629-1642, set./out. 2012.

DENARDIN, C. C. et al. Composição mineral de cultivares de arroz integral, parbolizado e branco. **Alimentação e nutrição**, Araraquara, v. 15, p. 125-130, 2004.

DEWEY, D. R.; LU, K. H. A correlation path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**. Madison, v. 51, p. 515-518, 1959.

DUFLOTH, J. H. ; CORTINA, N. ; VEIGA, M. ; MIOR, L. C. **Estudos básicos regionais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2005. 101 p.

FAGERIA, N.K. Yield Physiology of Rice. **Journal of Plant Nutrition**., v. 30, p. 843-879. 2007.

FAO. FAOSTAT: rice market monitor. Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/est/publications/rice-publications/rice-market-monitorrmm/en/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

FERRIO, J. P.; ALONSO, N.; VOLTAS, J.; ARAUS, J. L. Grain weight changes over time in ancient cereal crops: Potential roles of climate and genetic improvement. **Journal of Cereal Science**., v. 44, n. 3, p. 323-332, 2006.

FIDELIS, R. R.; NASCIMENTO, L. C.; SANTOS, M. M.; SILVA, G. F.; TONELLO, L. P. OLIVEIRA, T. C. Efeito da Adubação Fosfatada na Qualidade Fisiológica de Sementes de Arroz Cultivadas em Terras Altas. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 15-21, Jan./Feb. 2013.

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. da M. Características botânicas, agronômicas, fenológicas e culinárias de acessos

tradicionais e melhorados de arroz de terras altas introduzidos da Ásia, 2003. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/212466>>. Acesso em: 10 out. 2014.

FONSECA, J. R.; VIEIRA, E. H. N.; PEREIRA, J. A.; CUTRIM, V. dos A. Descritores morfoagronômicos de cultivares tradicionais de arroz coletados no Maranhão. **Revista Ceres**, v. 51, n. 293, p. 45-56, 2004.

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. da M. de; MORAIS, O. P. de; SOARES, A. A.; PEREIRA, J. A.; LOBO, V. L. da S.; RESENDE, J. M. **Descrição morfológica, agrônômica, fenológica e culinária de alguns tipos especiais de arroz** (*Oryza sativa* L.). 2007. Disponível em: <[http://www.cnpaf.embrapa.br/transferecia/informacoestecnicas/publicacoesonline/seriedocumentos\\_210.pdf](http://www.cnpaf.embrapa.br/transferecia/informacoestecnicas/publicacoesonline/seriedocumentos_210.pdf)>. Acesso em 10 out. 2014.

FONSECA, J. R.; CUTRIM, V. A.; GUSMÃO, A. R. E.; FARIA, J. M. Descritores Botânicos, Agrônômicos e Fenológicos do Arroz (*Oryza sativa* L.). Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2008. 29 p. (Documentos, 226).

FRANCO, D. F.; PETRINI, J. A. **Produção de semente Genética de Arroz irrigado através do sistema de transplante de mudas**. Comunicado Técnico, 2002.

GMACH, J.R.; COELHO, C.M.M.; STINGHEN, J.C.; COSTA, F.R.; BELIZÁRIO, K.K.; PARIZOTTO, C. Métodos para Superação da Dormência em Sementes de Genótipos

Locais de Arroz Produzidos em Sistema Agroecológico. **Cadernos de Agroecologia.**, v. 8, n. 2, nov. 2013a.

GMACH, J.R.; COELHO, C.M.M.; STINGHEN, J.C.; COSTA, F.R.; SOUZA, C. A. PARIZOTTO, C. Vigor de Sementes de Genótipos Locais de Arroz Produzidos em Cultivo Agroecológico. **Cadernos de Agroecologia.**, v. 8, n. 2, nov. 2013b.

GMACH, J.R.; COELHO, C.M.M.; MATHIAS, V.; PEREIRA T.; MANTOVANI, A.; STINGHEN, J.C.; COSTA, F.R.; PARIZOTTO, C. Teor de proteína e qualidade fisiológica de sementes de Genótipos Locais de Arroz Produzidos em Cultivo Agroecológico. **Cadernos de Agroecologia.**, v. 8, n. 2, nov. 2013c.

GONÇALVES, G. M. B., SOUZA, R., CARDOZO, A. M., LOHN, A. F., CANCI, A., GUADAGNIN, C. A., OGLIARI, J. B. Análise da diversidade de variedades locais de arroz de sequeiro do Oeste de Santa Catarina. **Cadernos de Agroecologia.**, v. 6, p. 1-4, 2011.

GONÇALVES, G. M. B.; SOUZA, R.; CARDOZO, A. M.; LOHN, A. F.; CANCI, A.; GUADAGNIN, C. A.; OGLIARI, J. B. Caracterização e Avaliação de Variedades de Arroz de Sequeiro Conservadas por Agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 26, p. 63-69, 2013.

GONDIM, T.C.O., ROCHA, V.S., SEDIYAMA, C., MIRANDA, G.V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agronômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, v. 43, p. 487-493, 2008.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Como a planta de arroz se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2002. (Arquivo do agrônomo, 13).

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; STONE, L. F. Sistemas de cultivo. In: SANTOS, A. B. STONE, L. F. VIEIRA, N. R. A. (eds.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

GUIMARÃES, C. M., STONE, L. F., NEVES, P. C. F. Eficiência produtiva de cultivares de arroz com divergência fenotípica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, v. 12, p. 465-470, 2008.

GUIMARÃES, C.M., STONE, L.F., OLIVEIRA, J.P., RANGEL, P.H.N., RODRIGUES, C.A.P. Sistema radicular do arroz de terras altas sob deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical.**, v. 4, p. 126-134, 2011.

HOOGERHEIDE, E. S. S. et al. Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 42, n. 10, p. 1401-1405, 2007.

IBGE. Contato. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por <roberto.kuerten@ibge.gov.br >, em 25 out. 2012.

ICEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina: 2003-2004**. Florianópolis: Instituto Cepa, 2004. 377p.

\_\_\_\_\_. **Informativo Agropecuário**. Florianópolis: Instituto Cepa, 2009. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 28 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto Cepa, 2013.

JAMBHULKAR, N. N.; BOSE, L. K. Genetic Variability and Association of Yield Attributing Traits With Grain Yield in Upland Rice. **Genetika**, v. 46, n. 3, p. 831-838, 2014.

JUGRAN, A.; BHATT, I. D.; RAWAL, R. S. Characterization of agro-diversity by seed storage protein electrophoresis: focus on rice germplasm from Uttarakhand Himalaya, India. **Rice Science**. v. 17, p. 122-128, 2010.

JULIANO, B.O. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. In: JULIANO, B. O. (ed.). **Rice: chemistry and technology**. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, p. 17-57, 1985, c. 3.



JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B. O. (ed.). **Rice: chemistry and technology**. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, p. 17-57, 1985, c. 2.

KOBATA, T.; UEMUKI, N. High temperatures during the grain filling period do not reduce the potential grain dry matter increase of rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 2, p. 406-414, 2004.

KRISHNAN, P., SURYA RAO, A. V. Effects of genotype and environment on seed yield and quality of rice. **Journal of Agricultural Science.**, v. 143, p. 283-292, 2005.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**. Londrina, v. 1, n. 2, 1991.

KRYZANOWSKY, F.; FRANÇA NETO, J. Vigor de sementes. **Seed News**, Pelotas, n. 11, p. 20-24, 1999.

LAMPKIN, N. H.; PADEL, S. **The economics of organic farming and international perspective**. Bristol Department of Agricultural Sciences. University of Wales, Aberystwyth. 468 p. 1994.

LUIZ, V. **Estudo dos Parâmetros Ecofisiológicos para Avaliação da Qualidade de Sementes de Aveia Branca (Avena sativa L.) Produzidas na Região Sul do Brasil**. 97 f.

1999. Dissertação – (Mestrado em Agroecossistemas).  
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1999.

LUMEN, B. O.; CHOW, H. Nutritional quality of rice endosperm. In: LUH, B. S. (Ed.). **Rice utilization**. 2. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, v. 2, p. 363-395, 1995; c. 15.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S.  
**Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989; 201p.

MARCHEZAN, E., MARTIN, T. N.; SANTOS, F. M.;  
CAMARGO, E. R. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em arroz. **Ciência Rural**, v.35, n.5, set-out, 2005

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R.  
**Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ 1987; 230p.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceito e testes**. Londrina: ABRATES, 1999; p. 1-21.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTINS, C. C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M. M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, 2002.

MARTINS, M. T. C. S.; PÔRTO, N. A.; CANUTO, M. F. S.; BRUNO, R. L. A. Composição Química de Sementes de Espécies de *Manihot* Mill. (*Euphorbiaceae*). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 621-623, jul. 2007.

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T. L. D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola**, v. 52, p. 350-359, 1995.

MENEZES, B. R. S., MOREIRA, L. B., LOPES, H. M., PEREIRA, M. B. Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 490-499, out./dez. 2011.

MERTZ, L. M.; SEGALIN, S. R.; HUTH, C.; D'ÁVILA ROSA T. Condutividade elétrica individual para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo. **Informativo Abrates**, v. 22, n. 1, p. 22-39, 2012.

MORAES, M. F.; SANTOS, M. G.; BERMUDEZ-ZAMBRANO, O. D. Response of greenhouse grown rice plant to sources of micronutrients with different granulometry and

solubility. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 6, p. 611-614, 2004.

MIGUEL, M.H.; CICERO, S.M. Teste de frio na avaliação de sementes de feijão. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 1233-1243, 1999. Suplemento.

MORAES, M. F.; SANTOS, M. G.; BERMUDEZ-ZAMBRANO, O. D. Response of greenhouse grown rice plant to sources of micronutrients with different granulometry and solubility. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 6, p. 611-614, 2004.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egypt Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina:ABRATES, 1999. p. 21-24.

NEDEL, J.L. Progresso genético no rendimento de sementes de cultivares de trigo lançadas para cultivo entre 1940 a 1992. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 10, p. 1565-1570, out. 1994.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 29, n. 83, p. 183-207, abr. 2015.

NOKKOUL, R.; WICHITPARP, T. Quality of Local Upland Rice Seeds produced under Organic Farming King. **Asian Journal of Food and Agro-Industry.**, p. 343-348, 2009.

PENTEADO, S.R. **Manual prático da agricultura orgânica**. Campinas: Via Orgânica, 2010. 232p.

PEREIRA, T.; COELHO, C. M .M.; SOUZA, C. A.; SANTOS, J. C. P.; BOGO, A.; MIQUELLUTI, D. J. Diversidade no teor de nutrientes em sementes de feijão crioulo no Estado de Santa Catarina, **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 33, n. 3, p. 477-485, 2011.

PRASERTSAK, A.; FUKAI, S. Nitrogen availability and water stress interaction on rice growth and yield. **Field Crops Research.**, Amsterdam, v. 52, p. 249-260, 1997.

RIBEIRO, N.D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; POERSCH, N.L.; ROSA, D.P. Critério de seleção indireta para a produtividade de sementes em feijão. **Ciência Rural.**, v. 40, n. 4, abr, 2010.

SÁ, M.E. Importância da adubação nitrogenada na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. **Importância da**

**adubação na qualidade dos produtos agrícolas.** São Paulo: Icone, 1994, c. p.65-98.

SANTILLI, J. A Lei de Sementes brasileira e os seus impactos sobre a agrobiodiversidade e os sistemas agrícolas locais e tradicionais. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. hum.**, Belém , v. 7, n. 2, p. 457-475, ago. 2012.

SANTIPRACHA, Q.; SANTIPRACHA, R.; NARONGRACH, C. Quality of mungbean seed production in southern Thailand. **Journal Kasetsart (Sci)**., v. 26, p.119-125, 1992.

SANTOS, V. J. **Qualidade fisiológica de sementes de cenoura e abóboras classificadas por tamanho.** 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SEESANG, J.; SRIPICCHITT, P.; SOMCHIT, P.; SREEWONGCHAI, T. Genotypic Correlation and Path Coefficient for Some Agronomic Traits of Hybrid and Inbred Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars. **Asian Journal of Crop Science**., v. 5, p. 319-324, 2013.

SESHU, D.V.; DADLANI, M. Mechanism of seed dormancy in rice. **Seed Science Research**. Wallingford, v. 1, p. 187-194, 1991.

SILVA, F. DE A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical

Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVA, S. C.; STEINEMTZ, S. *Cultivo do arroz de terras altas*. EMBRAPA Arroz e Feijão. Sistemas de Produção N° 1, ISSN 1679-8869, Versão eletrônica, jul. de 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/>>. Acesso em: 28 jun. 2014.

SILVA, S.A., CARVALHO, F.I.F., NEDEL, J.L., CRUZ, P.J., SILVA, J.A.G., CAETANO, V.R., HARTWIG, I., SOUSA, C.S. Análise de trilha para os componentes de rendimento de sementes em trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 191-196, 2005.

SILVA, M. R. M. **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas**. 2006. 135f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SOARES, P. C.; SILVA, J. C.; RANGEL, P. H. N.; CUTRIM, V. DOS A.; CASTRO, E. DA M.; CRUZ, C. D. Correlações coeficientes de trilha de caracteres do arroz cultivado em várzea úmida ou sob irrigação com inundação contínua. **Revista Ceres**, v. 37, n. 209, p. 1-15, 1990.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, 2012. 176 p.

STEINMETZ, S.; SILVA, S. C. da.; SANTANA, N. M. P. de. Clima. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e Feijão. 2006, c. 5, p. 117-160.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TEHRIM, S., PERVAIZ, Z.H., MIRZA Y., RABBANI, A., MASOOD, S. Assessment of Phenotypic Variability in Rice (*Oryza Sativa* L.) Cultivars Using Multivariate Analysis. **Pakistan Journal of Botany.**, v. 44, p. 999-1006, 2012.

UTINO, S.; PETERS, V.J. **Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, N<sup>o</sup>. 7. Setembro/2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/producao\\_sementes.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/producao_sementes.htm)>. Acesso em: 18 fev. 2014.

VIDAL, M. C. Cultivo orgânico de hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. Horticultura Brasileira 29. **Anais...** Viçosa, 2011.



VIEIRA, A.R. **Efeitos de compostos fenólicos na dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) e eficiência de tratamentos pré-germinativos.** 1991, 58p. (Tese Mestrado) Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, p. 103-132, 1994.

WALTER, M. **Composição química e propriedades antioxidantes de sementes de arroz com pericarpo marrom claro, vermelho e preto.** Santa Maria, 2009, 119f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, jul. 2008.

WANDERLEY, M. de N. B. O “lugar” dos rurais: o meio rural no Brasil moderno In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 35. **Anais.** Brasília: SOBER, p. 90-113, 1997.

YADAV, S.K., PANDEY, P., KUMAR, B., SURESH, B.G. Genetic Architecture, Inter-relationship and Selection Criteria for Yield Improvement in Rice (*Oryza sativa* L.). **Pakistan Journal of Biological Sciences.**, v. 14, p. 540-545, 2011.

YOSHIDA, S. Climatic environment and its influence. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). Fundamentals of rice crop science. Los Baños, p. 65-110, 1981.

ZAFFARONI, E. et al. Análise de caminho nos componentes do rendimento de genótipos de arroz no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 33, n. 1, p. 43-48, 1998.

ZAHID, M.A., AKHTER, M., SABAR, M., MANZOOR, Z., AWAN, T. Correlation and path analysis studies of yield and economic traits in basmati rice (*Oryza sativa* L.). **Asian Journal of Plant Sciences.**, v. 5, p. 643-645, 2006.

ZIA-UL-QAMAR, CHEEMA, A.A., ASHRAF, M., RASHID, M., TAHIR, G.R. Association Analysis of Some Yield Influencing Traits in Aromatic and Non Aromatic Rice. **Pakistan Journal of Botany.**, v. 37, p. 613-627, 2005.

ZILIO, M. **Potencial de uso de genótipos crioulos de feijão no Oeste e Planalto Sul Catarinense quanto ao desempenho agrônômico, qualidade tecnológica e nutricional dos grãos**. Lages, 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina.

ZOLDAN, P.C.; MIOR, L.C. **Produção orgânica na agricultura familiar de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2012. 94p. (Epagri. Documentos, 239).

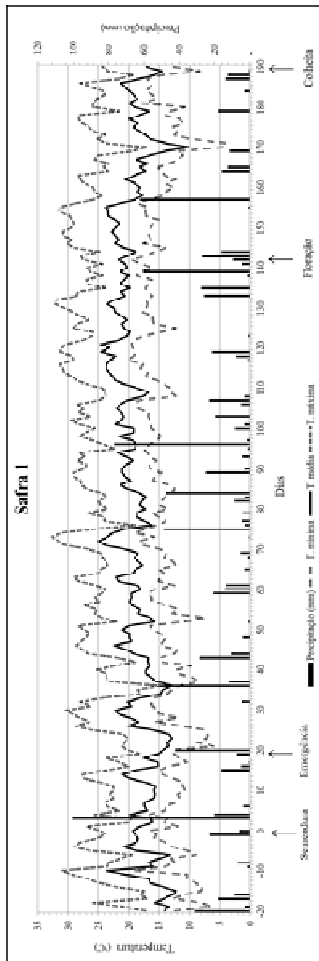
## ANEXOS

### ANEXO 1: RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DAS AMOSTRAS DOS SOLOS COLETADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL

Cultivo	Safr	pH H <sub>2</sub> O	SMP	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efetiva	MO	P	K
		cmol dm <sup>3</sup>							%	mg dm <sup>3</sup>	
Orgânico	2011/2012	5,8	6,1	8,2	4,5	0,2	3,9	13,3	4,1	11,6	157
	2012/2013	6,3	6,2	10,3	4,3	0	3,5	14,9	4,2	5	117
	2013/2014	6,2	6,2	11,6	5,3	0	3,5	17,1	4,5	8,6	144
Convencional	2012/2013	5,7	5,5	7,8	4	0	7,7	12,3	4,2	2,8	147
	2013/2014	5,9	5,9	10,3	5	0	4,9	15,6	4,1	8,5	92

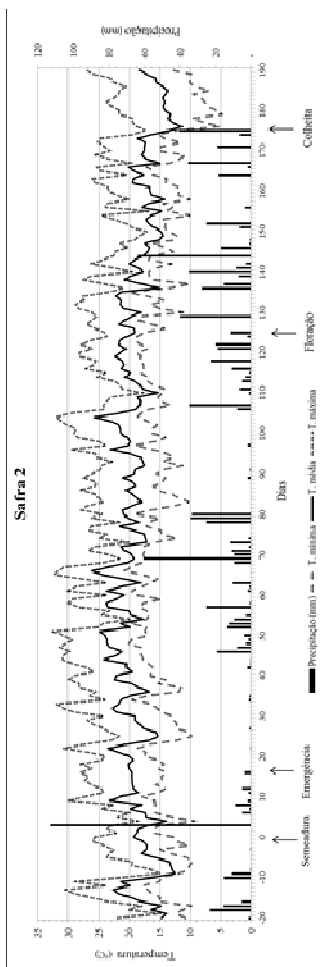
Fonte: produção da própria autora, 2015.

## ANEXO 2: TEMPERATURAS (°C) MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA DIÁRIA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (MM) REGISTRADAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA EPAGRI, EM CAMPOS NOVOS - SC, SAFRA 2011/2012.



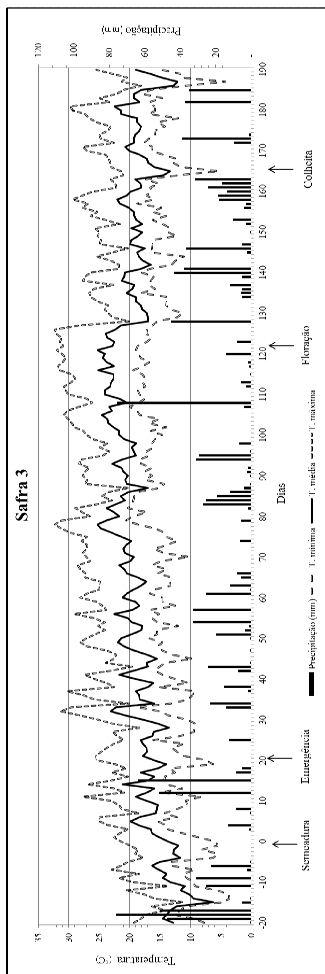
Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia.

**ANEXO 3: TEMPERATURAS (°C) MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA DIÁRIA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (MM) REGISTRADAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA EPAGRI, EM CAMPOS NOVOS - SC, SAFRA 2012/2013.**



Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia.

## ANEXO 4: TEMPERATURAS (°C) MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA DIÁRIA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (MM) REGISTRADAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA EPAGRI, EM CAMPOS NOVOS - SC, SAFRA 2013/2014.



Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia.

## APÊNDICES

### **Apêndice A: Envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade das sementes de variedades de arroz de terras altas**

Accelerated aging to evaluate of seed quality of upland rice varieties

**Resumo:** Variedades com alta qualidade fisiológica e potencial de armazenamento são importantes para garantir a manutenção da espécie e sua propagação. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito de diferentes tempos de exposição ao teste de envelhecimento acelerado, para melhor diferenciar as variedades quanto ao vigor. Foram avaliadas quatro variedades locais de arroz de terras altas: Argentino, Camilo, Piriquito e Casca Roxa e uma variedade comercial: Primavera. As sementes avaliadas foram produzidas na Estação Experimental da Epagri – Campos Novos/SC, safra 2012/2013, sob condições de sequeiro, em sistema de cultivo orgânico. As avaliações consistiram em submeter as sementes a cinco tempos de envelhecimento acelerado (0, 48, 72, 96 e 120 horas), e após determinar a umidade das sementes em cada tempo (%), germinação (%), comprimento de plântula (cm) e a viabilidade pelo teste de tetrazólio (%). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O teste de envelhecimento acelerado possibilitou a identificação de diferenças no potencial fisiológico das sementes das variedades locais de arroz. O período de exposição afetou a potencial fisiológico das sementes de forma diferenciada, sendo que o período de 72 horas de envelhecimento acelerado possibilitou a diferenciação do potencial fisiológico das sementes. A sensibilidade das sementes às condições de alta temperatura e umidade foi em função da variedade. As sementes da variedade Piriquito foram

as mais vigorosas e com maior potencial de armazenamento, e as sementes da variedade Casca Roxa as menos vigorosas.

**Palavras-chave:** Qualidade fisiológica. Período de exposição. *Oryza sativa*.

**Abstract:** Varieties with high physiological quality and storage potential are important to ensure the maintenance of the species and its spread. This study aimed was to verify the effect of different exposure times to the accelerated aging test, to better differentiate the varieties regard to vigor. Were evaluated four local varieties of upland rice: Argentino, Camilo, Piriquito e Casca Roxa and a commercial variety: Primavera. The evaluated seeds were produced at the Experimental Station of Epagri - Campos Novos/SC, 2012/2013 crop, under uplands conditions, in organic system. Evaluations consisted in submitting seeds to five accelerated aging times (0, 48, 72, 96 and 120 hours), and after to determine the moisture content of seeds in each time (%), germination (%), seedling length (cm) and the viability through the tetrazolium test (%). The experimental design was completely randomized with four replications. The accelerated aging test allowed the identification of differences in the physiological potential of the seeds of local varieties of rice. Exposure time has affected the physiological potential of the seeds differently, and the 72 hours of accelerated aging allowed to differentiate the physiological potential of the seeds. The seeds sensitivity to high temperature and humidity conditions was due to the variety. The seeds of Piriquito variety were the most vigorous and with more potential for storage, and the seeds of Casca Roxa variety less vigorous.

**Key-words:** physiological quality, exposure time, *Oryza sativa*.



## INTRODUÇÃO

A tecnologia de sementes como segmento do processo de produção, tem procurado aprimorar os testes usados para avaliar o potencial fisiológico das sementes, com o objetivo de que os resultados expressem o potencial de desempenho do lote de sementes sob condições de campo (TUNES et al., 2012).

A detecção da deterioração de sementes por intermédio de testes de vigor pode ser entendida como componente importante na avaliação da qualidade fisiológica, contribuindo na solução de problemas da indústria de sementes, tal como o armazenamento.

O método mais utilizado para avaliar o nível de deterioração da semente é o envelhecimento artificial, cujo princípio está fundamentado no fato de que a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente através de sua exposição a condições adversas de temperatura e umidade relativa, considerados os fatores ambientais mais relacionados à deterioração (MARCOS FILHO, 1994). Nessas condições, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período de envelhecimento acelerado (TORRES; MARCOS FILHO, 2001).

Contudo, vários fatores podem interferir nos resultados do envelhecimento acelerado, como o tamanho das sementes, o conteúdo inicial de umidade da semente, o genótipo utilizado, o tempo e a temperatura de exposição, entre outros (MELLO; TILLMANN, 1987). A temperatura e o período de permanência das sementes na câmara de envelhecimento variam conforme a espécie. Para o arroz, têm sido indicadas as combinações de 42 °C por 96 e 120h (MENEZES; SILVEIRA, 1995), 42 °C por 72h (ALBUQUERQUE et al., 1995), 45°C por 96 e 120 horas (GMACH et al., 2013).

Conforme Chhetri, (2009), esse teste de vigor pode auxiliar na previsão de emergência em campo e também pode

ser usado para avaliar o potencial de armazenamento das sementes, entretanto, atualmente, tem se observado evidências de que são necessárias condições específicas para determinadas variedades ou cultivares, para que o teste de envelhecimento acelerado forneça resultados mais precisos do vigor das sementes.

Considerando que o teste de envelhecimento acelerado auxilia na avaliação do vigor das sementes e de seu potencial relativo de armazenamento, esse teste pode ser utilizado como ferramenta para a identificação de variedades locais com alta qualidade fisiológica e alto potencial de armazenamento, conferindo maior autonomia para os agricultores que cultivam variedades locais, devido a possibilidade de coletar as sementes e semeá-las na safra seguinte.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes tempos de exposição ao teste de envelhecimento acelerado, possibilitando diferenciar as variedades locais com relação ao vigor das sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Um total de quatro variedades locais de arroz de terras altas foram avaliadas: Argentino, Camilo, Piriquito e Casca Roxa e uma variedade comercial Primavera. As sementes avaliadas foram provenientes de condições de produção orgânica, na Estação Experimental da Epagri – Campos Novos/SC, na safra 2012/2013, sob condições de sequeiro.

As avaliações consistiram em submeter as sementes de arroz a cinco tempos de envelhecimento acelerado (0, 48, 72, 96 e 120 horas), onde foram determinados em cada tempo a umidade das sementes (%), germinação (%), comprimento de plântula (cm) e a viabilidade pelo teste de tetrazólio (%). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições.

Envelhecimento acelerado: o teste foi conduzido conforme Krzyzanowski et al. (1999). As sementes foram dispostas em caixas plásticas, sobre a superfície de uma tela, posicionada acima de uma lâmina de 40 mL de água destilada e mantidas em câmara de envelhecimento a 45 °C (GMACH et al., 2013), pelos tempos determinados. Após esses tempos as sementes foram submetidas ao teste de germinação.

Teste de germinação: o teste foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes para cada variedade, em rolo de papel Germitest® mantidos em germinador câmara a 25 °C. O volume de água para a embebição das sementes foi o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. A avaliação foi realizada no quinto dia considerando as plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

Determinação da umidade: foram utilizadas duas repetições de 5 gramas pelo método da estufa a 105 °C ± 3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009).

Comprimento de plântula: determinado com o auxílio de régua graduada foi determinado o comprimento médio, a partir de 15 plântulas normais provenientes do teste de germinação.

Viabilidade pelo teste de tetrazólio: foi realizado com quatro repetições de 50 sementes cada, pré-condicionadas em papel Germitest® umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, durante 18 horas, em germinador regulado à temperatura de 25 °C. Após este período, as sementes foram colocadas em um Becker, imersas em uma solução de concentração de 0,1% de 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio e, em seguida, mantidas no escuro, em estufa com temperatura de 35 °C, por quatro horas, para a coloração. Após lavagem em água, as sementes foram classificadas em viáveis e inviáveis conforme a coloração do embrião (BRASIL, 2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ao nível de 5% de significância. Para avaliar o

comportamento das sementes após os diferentes períodos de envelhecimento, os graus de liberdade foram desdobrados por meio do efeito simples e posteriormente foram ajustadas as equações de regressão linear e cúbica para a interação significativa, utilizando o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de variância houve efeito significativo para os testes de envelhecimento acelerado, comprimento de plântula, viabilidade pelo teste de tetrazólio e umidade. Desta forma os dados foram ajustados em regressões polinomiais, para demonstrar que quanto maior foi o tempo de exposição das sementes ao envelhecimento acelerado, maior foi a deterioração das sementes.

O percentual de umidade das sementes (Figura 1.), foi influenciado pelo estresse decorrente da temperatura elevada e da alta umidade relativa, e crescente com o aumento da exposição das sementes ao tempo de envelhecimento acelerado, o que proporcionou uma maior deterioração das sementes, provocando redução na integridade do seu sistema de membranas, reduzindo a seletividade, permitindo assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e a elevação do percentual de umidade de 11% (0 horas) para próximo de 30% (120 horas).

A exposição das sementes às condições de elevada temperatura e umidade relativa proporcionou redução no percentual de plântulas normais (Figura 2.), mostrando que quanto maior a exposição das sementes ao envelhecimento acelerado, maior é a queda no vigor. Resultado este, esperado, pois quanto maior a exposição ao envelhecimento acelerado, maior é a taxa de deterioração. Esse processo é consequência da exposição das mesmas às condições adversas de alta temperatura e umidade relativa, fatores ambientais que são

considerados os mais relacionados com a deterioração das sementes (BINOTTI et al, 2008).

As médias de vigor pelo envelhecimento acelerado permitiram uma maior estratificação das variedades. Após 72 horas de envelhecimento acelerado verificou-se queda expressiva no vigor para as variedades Argentino, Camilo e Primavera, enquanto que para a variedade Casca Roxa ocorreu elevada redução no seu vigor com apenas 48 horas de envelhecimento, demonstrando que a partir desses períodos de exposição ao envelhecimento as sementes dessas variedades já não apresentam capacidade de reparação aos danos causados pela exposição à alta temperatura e umidade relativa, pois a perda da capacidade de germinação é consequência final da deterioração (BINOTTI et al, 2008). Enquanto que, a variedade Piriquito apresentou uma maior redução no seu vigor apenas após 96 horas de estresse, destacando-se das demais variedades com relação a capacidade de resistir a condições de estresse por um maior período de tempo.

O mesmo comportamento apresentado pelas variedades na germinação após o teste de teste de envelhecimento acelerado pode ser observado na viabilidade pelo teste de tetrazólio (Figura 3.), onde se destaca a variedade Piriquito, pois suas sementes não reduziram sua viabilidade de forma acentuada como as demais variedades, apresentando sementes de alto vigor quando comparado com as demais variedades.

Corroborando com o pressuposto de que o teste de envelhecimento acelerado baseia se no princípio de que lotes de sementes de alto vigor manterão sua viabilidade quando submetidos, durante curtos períodos de tempo, a condições severas de temperatura e umidade relativa em uma câmara apropriada, enquanto que os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida acentuadamente (RODO, 2000; KRZYZANOWSKI et al., 1991).

Alguns autores como Afonso Junior (2000) mostraram que a redução na germinação após o envelhecimento acelerado

é proporcional ao potencial fisiológico inicial das sementes, ou seja, sementes de alto vigor mostram apenas pequenas reduções na germinação após o envelhecimento acelerado, enquanto nas sementes de baixos de vigor a redução é mais drástica, como observado na variedade Casca Roxa.

Para o comprimento de plântula (Figura 4.), pode-se observar que as variedades apresentaram comportamento semelhante, reduzindo seu comprimento médio inicial de aproximadamente 23 cm (0 horas) para valores abaixo de 5 cm (120 horas). Segundo Binotti et al. (2008), o decréscimo no comprimento de plântula ocorre devido a maior deterioração da semente e menor capacidade de reparação aos danos causados à semente pelo elevado período de exposição ao envelhecimento artificial.

O comportamento diferencial das variedades frente as diferentes condições de estresse, pode ser justificado pela variabilidade genética existente entre elas, o que se reflete na maior ou menor resistência a perda de vigor. Segundo Delouche (2002), a duração do processo de deterioração é determinada principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de umidade da semente e a temperatura.

Os resultados obtidos neste trabalho se assemelham aos encontrados por Binotti et al. (2008), onde o período de exposição das sementes ao envelhecimento acelerado, a partir de 72 horas já produz resultados que refletem no potencial de vigor que as sementes apresentam, podendo assim, gerar dados que servem como base para determinar o possível potencial de armazenamento da semente.

Avaliando os coeficientes de correlação linear entre as características avaliadas, foi verificada a existência de correlação positiva e altamente significativa entre a germinação e o teste de tetrazólio das sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, ou seja, as sementes que apresentaram maior vigor no teste de envelhecimento acelerado também apresentaram maior viabilidade no teste de tetrazólio

(Tabela 1.). Foi observada correlação negativa entre o percentual de umidade das sementes e o comprimento de plântula, mostrando que quando as sementes estavam com maior percentual de umidade produziram plântulas menores.

## CONCLUSÃO

O teste de envelhecimento acelerado possibilitou a identificação de diferenças no potencial fisiológico das sementes das variedades locais de arroz de sequeiro.

O período de exposição afetou a potencial fisiológico das sementes de forma diferenciada, sendo que o período de 72 horas de envelhecimento acelerado possibilitou a diferenciação do potencial fisiológico das sementes.

A sensibilidade às condições de alta temperatura e umidade foi dependente da variedade, a variedade Piriquito apresentou sementes mais vigorosas em comparação a variedade Casca Roxa, as menos vigorosas.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro, através do edital 58, processo n° 563920/2010-6.

Ao FUMDES pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.C.F.; CAMPOS, V.C.; MENDONÇA, E.A.F.; CALDEIRA, S.A.F. E BRUNCA, R.H.C.G. Testes de envelhecimento acelerado em sementes de arroz: influência da temperatura e do período de exposição. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.1 p.9-16, 1995.

AFONSO JUNIOR, P. C.; CORREA, P. C.; QUEIROZ, D. M. de. Modelamento da perda de qualidade de sementes de soja, em função das condições iniciais e da atmosfera no armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 403-408, 2000.

BINOTTI, F.F.S.; HAGA, K.I.; CARDOSO, E.D.; ALVES, C.Z.; SÁ, M.E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de semente**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009. 365 p.

CHHETRI, S. Identification of accelerating ageing condition for seed vigor test in rice (*Oryza sativa* L.). **Thesis Submitted in Suranaree University of Technology**. 131p. 2009.

DELOUCHE, J.C. Deterioração de sementes. **SEED News**, Pelotas, v. 6, n. 6, p. 24-31, 2002.



GMACH, J. R.; COELHO, C. M. M.; STINGHEN, J. C.; COSTA, F. R.; SOUZA, C. A. PARIZOTTO, C. Vigor de Sementes de Genótipos Locais de Arroz Produzidos em Cultivo Agroecológico. **Cadernos de Agroecologia** v. 8, n. 2, 2013.

KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de comprimento de raiz de plântulas de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.2, n.1, p.11-14, 1991.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES: Londrina, 1999.218p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133 -149.

MELLO, V. D. C.; TILLMAN, M. A. A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.93-102, 1987.

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T. L. D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola**, v. 52, p. 350 – 359, 1995.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado

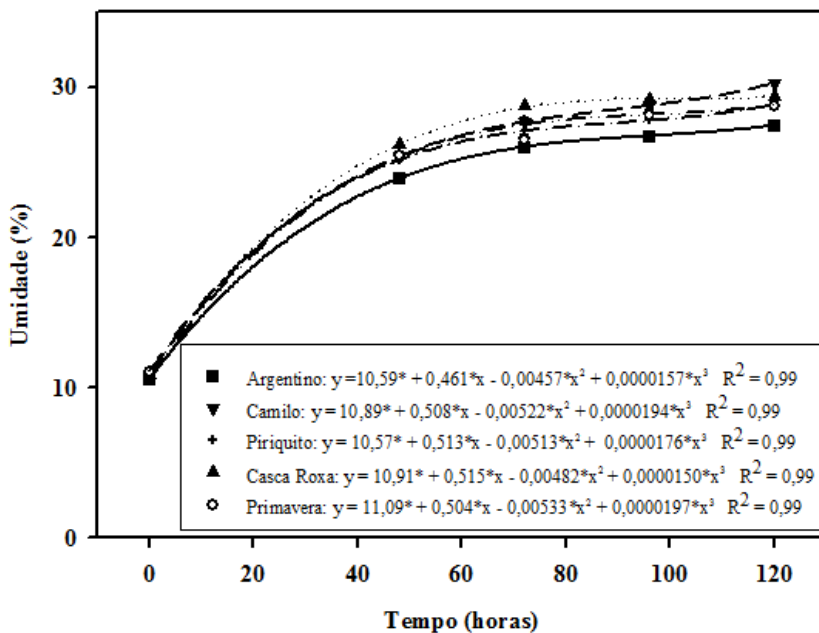
para sementes de cenoura. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, 2000.

SAS. **SAS 9.1.3 (TS1M3) for Windows Microsoft**. SAS Institute Inc., Cary, USA, sem paginação, 2003.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.108- 112, 2001.

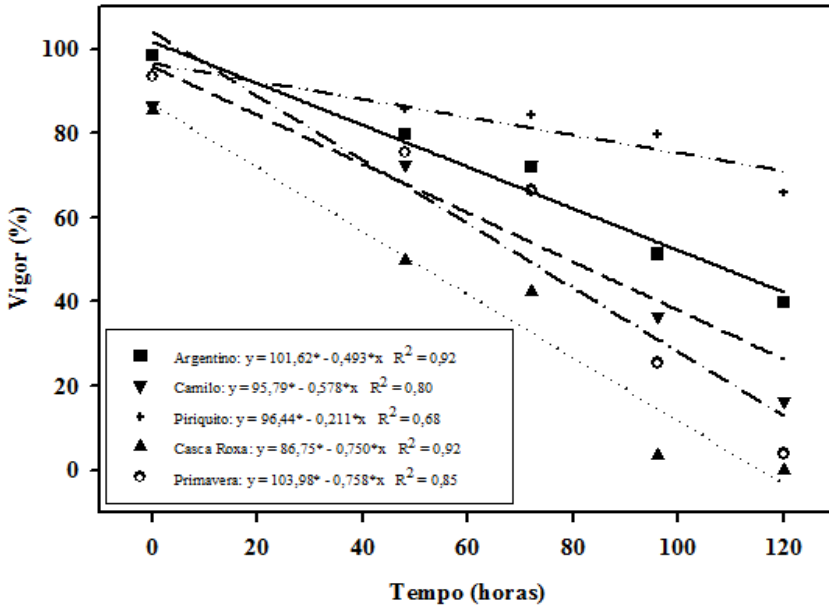
TUNES, L. M.; TAVARES, L. C.; BARROS, A. C. S. A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de arroz. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, 2012.

**Figura 1: Percentual de umidade de sementes de variedades de arroz de terras altas produzidas no sistema de cultivo orgânico submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012.**



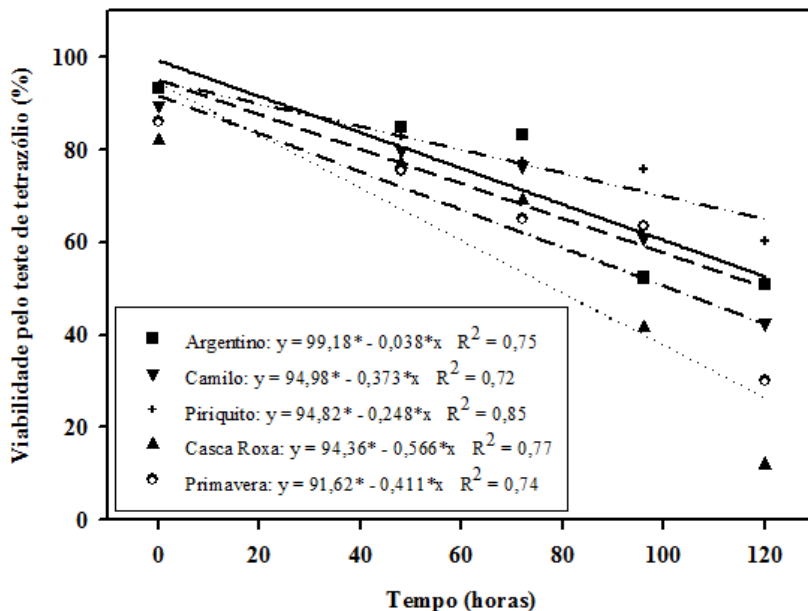
Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 2:** Envelhecimento acelerado de sementes de variedades de arroz de terras altas produzidas no sistema de cultivo orgânico submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012.



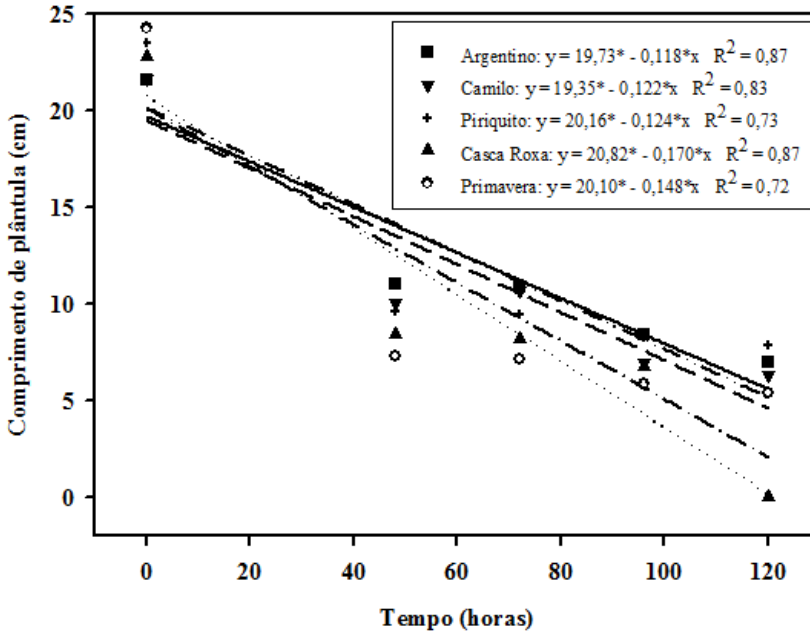
Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 3:** Viabilidade pelo teste de tetrazólio de sementes de variedades de arroz de terras altas produzidas no sistema de cultivo orgânico submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012.



Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 4:** Comprimento de plântulas de sementes de variedades de arroz de terras altas produzidas no sistema de cultivo orgânico submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2011/2012.



Fonte: Dados da Pesquisa.

**Tabela 1: Coeficiente de correlação linear de Pearson entre quatro características de sementes de variedades locais de arroz produzidas no sistema de cultivo orgânico, Campos Novos, SC, Brasil, safra 2012/2013**

<b>Caracteres</b>	<b>Envelhecimento acelerado</b>	<b>Tetrazólio</b>	<b>Comprimento de plântula</b>	<b>Umidade</b>
<b>Envelhecimento acelerado</b>	1	0,981**	0,829 <sup>ns</sup>	-0,784 <sup>ns</sup>
<b>Tetrazólio</b>		1	0,762 <sup>ns</sup>	-0,708 <sup>ns</sup>
<b>Comprimento de plântula</b>			1	-0,990**
<b>Umidade</b>				1

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Nome do arquivo: BOTOLLI, J.R.G. 2015.doc  
Diretório: C:\Users\JULIO\Documents\UDESC 2015\JANICE REGINA  
GMACH BORTOLI 2015  
Modelo: Normal  
Título:  
Assunto:  
Autor: Junior  
Palavras-chave:  
Comentários:  
Data de criação: 24/09/2015 10:39:00  
Número de alterações:8  
Última gravação: 24/09/2015 12:44:00  
Salvo por: JULIO  
Tempo total de edição: 8 Minutos  
Última impressão: 24/09/2015 12:45:00  
Como a última impressão  
Número de páginas: 159  
Número de palavras: 30.630 (aprox.)  
Número de caracteres: 165.403 (aprox.)