

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA EM
TERRAS BAIXAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Rafael Rodrigues de Souza

**Itaqui, RS, Brasil
2018**

RAFAEL RODRIGUES DE SOUZA

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA EM
TERRAS BAIXAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Amauri Nelson Beutler

Co-orientador: Marcos Toebe

Itaqui, RS, Brasil
2018

Souza, Rafael Rodrigues de.
Análise da produtividade de cultivares de soja em terras baixas /
Rafael Rodrigues de Souza. 2018.
30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade
Federal do Pampa, 2018. Orientação: Amauri Nelson Beutler.

1. Adaptabilidade e estabilidade. 2. *Glycine max*. 3. Interação
genótipo × ambiente. I. Beutler, Amauri Nelson. II. Engenheiro
Agrônomo.

RAFAEL RODRIGUES DE SOUZA

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA EM
TERRAS BAIXAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA), como requisito parcial para
obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

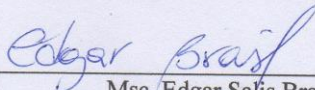
Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 19 de novembro de 2018.
Banca examinadora:



Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA



Prof. Dr. Gilberto Rodrigues Liska
Curso de Agronomia - UNIPAMPA



Msc. Edgar Sales Brasil Neto
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Deus, aos meus amados
pais, Cleonice Maria Rodrigues e Raul dos
Santos de Souza, maiores incentivadores e
fontes inesgotáveis de apoio, amor e
compreensão.
Dedico à todos que de alguma forma
contribuíram para conclusão deste trabalho!

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, aos meus amados pais, Cleuza Maria Rodrigues e Raul dos Santos de Souza, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

Dedico à todos que de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho!

AGRADECIMENTO

Primeiramente, a Deus por permitir a realização deste trabalho e por ser o meu maior educador.

A minha família, por não medir esforços e ensinamentos, me oportunizando a conclusão deste trabalho.

Aos Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler e Prof. Dr. Marcos Toebe pela oportunidade de realização deste estudo, valiosa orientação e apoio depositado em mim.

Aos professores da universidade, minha gratidão pelos ensinamentos e contribuição profissional.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Estatística e Experimentação Agronômica – GPPEA, pelo companheirismo e auxílio para que este estudo fosse concluído.

Aos engenheiros agrônomos Edgar e Rodrigo e os trabalhadores terceirizados, que dispuseram tempo e auxílio na condução deste estudo.

A Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Itaqui, pela oportunidade de realização deste curso.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

Por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que esta conquista fosse possível.

RESUMO

Análise da produtividade de cultivares de soja em terras baixas

Autor: Rafael Rodrigues de Souza

Orientador: Amauri Nelson Beutler

Local e data: Itaqui, 01 de novembro de 2018.

O objetivo deste estudo foi analisar o desempenho agrônômico de 20 cultivares de soja em terras baixas por meio do método de componentes principais. Foi conduzido um experimento na área experimental da Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui-RS (latitude de 29°09'21''S, longitude de 56°33'02''W e altitude de 74m) na safra 2017/2018. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema bifatorial com 60 tratamentos constituídos por 20 cultivares de soja em três épocas de semeadura, dispostas em parcelas de 6,75m² (5 linhas × 3m na linha × 0,45m entre linhas). Na avaliação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, foi utilizado o método dos componentes principais (Centróide), facilitando a discriminação dos genótipos em caso de significância da interação genótipo × ambiente. A massa de cem grãos não apresentou interação significativa de genótipo × ambiente. Para essa variável, no geral, a cultivar 68I70 RSF IPRO diferiu estatisticamente das demais, apresentado maior média. A produtividade de grãos variou de 1372,38 kg ha⁻¹ até 6064,40 kg ha⁻¹, com média geral de 2789,08 kg ha⁻¹. Ocorreu interação genótipo × ambiente, com alterações do ranqueamento de cultivares entre ambientes para a variável produtividade de grãos. As cultivares 63I64 RSF IPRO, NA 5909 RG, 68I70 RSF IPRO, 50I52 RSF IPRO, 5855 RSF IPRO, 7166 RSF IPRO, 58I60 RSF apresentaram as maiores médias produtivas. As cultivares 63I64 RSF IPRO e 68I70 RSF IPRO apresentaram ampla adaptabilidade e estabilidade e alta produtividade de grãos, nos ambientes avaliados, e posicionaram-se próximo do que seria considerado ideal (ideótipo I) para os ambientes analisados pelo método dos componentes principais. A cultivar 68I70 RSF IPRO pode ser utilizada em programas de melhoramento, visando o aumento da massa de grãos em terras baixas e a cultivar 63I64 RSF IPRO como possível genitor para o aumento da produtividade de grãos.

Palavras-chave: Adaptabilidade e estabilidade; *Glycine max*; Interação genótipo × ambiente.

ABSTRACT

Productivity analysis of soybean cultivars in lowland

Author: Rafael Rodrigues de Souza

Advisor: Amauri Nelson Beutler

Data: Itaquí, November 01, 2018.

The objective of this study was to analyze the agronomic performance of 20 soybean cultivars in the lowlands by means of the main components method. An experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Pampa, Itaquí-RS campus (latitude 29°09'21"S, longitude 56°33'02"W and altitude of 74m) in the 2017/2018 harvest. The experimental design was a randomized complete block design with three replications, in a two - factorial scheme with 60 treatments consisting of 20 soybean cultivars in three sowing seasons, arranged in plots of 6.75m² (5 rows × 3m in row × 0, 45m between rows). In the evaluation of the adaptability and stability of the genotypes, the principal components method (Centroid) was used, facilitating the discrimination of the genotypes in case of significance of the genotype × environment interaction. The mass of one hundred grains had no significant interaction of genotype × environment. For this variable, in general, the cultivar 68I70 RSF IPRO differed statistically from the others, with a higher mean. The grain yield ranged from 1372.38 kg ha⁻¹ to 6064.40 kg ha⁻¹, with an overall average of 2789.08 kg ha⁻¹. Genotype × environment interaction occurred, with alterations of the rankings of cultivars between environments for the grain yield variable. The cultivars 63I64 RSF IPRO, NA 5909 RG, 68I70 RSF IPRO, 50I52 RSF IPRO, 5855 RSF IPRO, 7166 RSF IPRO, 58I60 RSF showed the highest production averages. The cultivars 63I64 RSF IPRO and 68I70 RSF IPRO presented wide adaptability and stability and high grain yield in the evaluated environments and were positioned close to what would be considered ideal (ideotype I) for the environments analyzed by the main components method. The cultivar 68I70 RSF IPRO can be used in breeding programs, aiming to increase the mass of grains in the lowlands and the cultivar 63I64 RSF IPRO as possible parent for the increase of grain yield.

Keywords: Adaptability and stability; *Glycine max*; Interaction genotype x environment.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados climáticos de temperaturas médias, máximas e mínimas e precipitação pluvial de novembro/2017 a maio/2018, na estação experimental da Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui/RS.....13
- Figura 2** – Dispersão gráfica dos escores dos dois componentes principais de 20 cultivares, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018..23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das 20 cultivares de soja em relação ao hábito de crescimento, grupo de maturidade relativo, regiões de adaptação e empresas detentoras.....	15
Tabela 2 – Limites de precisão experimental estabelecidos por CARGNELUTTI FILHO et al. (2009) para cultura da soja.....	16
Tabela 3 – Precisão experimental de duas variáveis em três épocas de semeadura e 20 cultivares de soja em terras baixas no município de Itaqui - RS na safra 2017/2018.	18
Tabela 4 – Pressupostos matemáticos e testes de normalidade entre as 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - RS na safra 2017/2018.	18
Tabela 5 – Análise de variância e significância do quadrado médio das fontes de variação em relação à massa de cem grãos e produtividade de grãos. Coeficiente de variação experimental (CV) e média geral entre as 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.....	18
Tabela 6 – Médias de massa de cem grãos de 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.....	20
Tabela 7 – Médias de produtividade de 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.....	21
Tabela 8 – Estimativas dos autovalores e fração acumulada da variância explicada pelos componentes principais.	22
Tabela 9 – Classificação dos genótipos em quatro grupos calculados pelo método do centróide e a probabilidade associada a classificação das 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
6 ANEXOS	30

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] apresenta relevância econômica e social, sendo a oleaginosa mais produzida no país. O Brasil também é o segundo maior produtor mundial da cultura. Em 2017/2018, a produção mundial de soja alcançou 336,699 milhões de toneladas, sendo que o Brasil produziu 35,31% da produção mundial, com produtividade média de 3.382 kg ha⁻¹, enquanto o estado do Rio Grande do Sul apresentou produtividade média de 2.981 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Em ecossistemas de terras baixas existem inúmeras problemáticas que proporcionam dificuldade de estabelecimento e obtenção de elevadas produtividades da cultura, entre eles, o relevo predominantemente plano associado a elevada relação micro/macroporos e a quase nula condutividade hidráulica saturada (BAMBERG et al., 2009; VERNETTI JUNIOR et al., 2009), somadas à degradação da estrutura do solo relacionada ao manejo, resultando em alagamento periódico (PARFITT et al., 2014). O conjunto desses problemas resulta em instabilidade da produtividade de culturas, principalmente culturas de sequeiro, e no aumento dos custos de produção, tornando necessário a adoção de práticas e manejos integrados, além da escolha de genótipos mais tolerantes a serem implantados nesse sistema de cultivo (FRANCHINI et al., 2011).

A identificação de genótipos superiores que possuam elevadas produtividades, bem como previsibilidade do comportamento fenotípico em função das variações ambientais (CRUZ et al., 2006; EBERHART & RUSSELL, 1966; FINLAY & WILKINSON, 1963), tornam-se alternativas para obtenção de produtividades estáveis, permitindo posteriores ganhos para seleção de novos genótipos. Fatores como a interação genótipos × ambientes (g×a), constituem um dos maiores problemas dos programas de melhoramento para quaisquer espécies vegetais, dificultando etapas de seleção ou de recomendação de cultivares (MARQUES et al., 2011). A redução do efeito da interação g×a pode ser obtida com a utilização de cultivares específicas para cada ambiente, ou utilizando-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (ALLARD & BRADSHAW, 1964; RAMALHO et al., 1993).

O uso de técnicas de adaptabilidade e estabilidade possibilitam facilitar a interpretação dos resultados experimentais, levando em conta à interação g×a e permitindo uma recomendação mais detalhada do comportamento dos genótipos estudados frente às variações ambientais. Entre as metodologias de adaptabilidade e estabilidade, o método dos componentes principais, também denominado de método dos centróides, destaca-se, pois

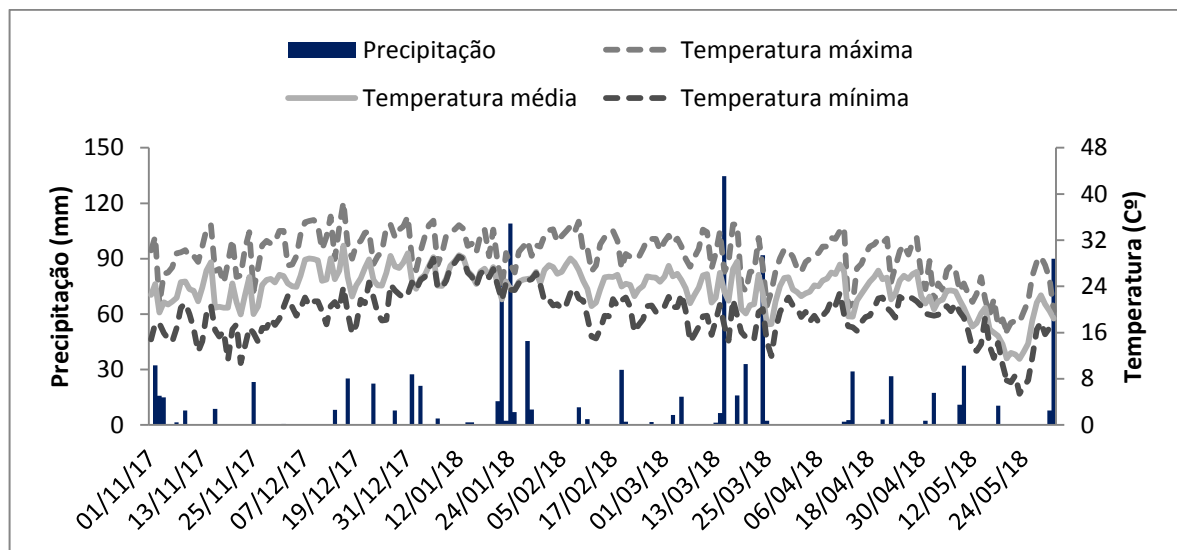
permite o direcionamento dos genótipos em relação à variação ambiental, dispensa a análise de vários parâmetros como nas demais metodologias, e não possibilita a duplicidade de interpretação (MARQUES et al., 2011; ROCHA et al., 2005). Este método consiste na comparação de valores de distância cartesiana entre genótipos e quatro referências ideais, denominados como ideótipos, criados com base no conjunto de dados experimentais (ROCHA et al., 2005). Assim, uma das formas de determinação do comportamento fenotípico de cultivares em determinado ambiente é a análise do desempenho de suas variáveis agronômicas por meio de metodologias de adaptabilidade e estabilidade.

Inúmeros estudos de desempenho de cultivares utilizando o método de componentes principais em diversas culturas agrícolas foram realizados, como por exemplo, em café (ROCHA et al., 2015), feijão (TAVARES et al., 2017), milho (SANTOS et al., 2011; SILVA, et al., 2008), tomate (PEREIRA et al., 2012) e soja em terras altas (BARROS et al., 2008; MARQUES et al., 2011; VASCONCELOS et al., 2015), possibilitando a identificação de genótipos superiores em função das condições ambientais as quais foram expostas. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o desempenho agrônomo de 20 cultivares de soja em terras baixas por meio do método de componentes principais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento com a cultura da soja em diferentes épocas de semeadura no ano agrícola de 2017/2018, na área experimental da Universidade Federal do Pampa – campus Itaqui, situada em latitude de 29°09'21''S, longitude de 56°33'02''W e altitude de 74m. O clima da região é do tipo Cfa subtropical úmido, conforme a classificação de Köppen e o solo é classificado como Plintossolo Háplico (EMBRAPA, 2018). Os dados de precipitação e de temperatura mínima, média e máxima durante o período de condução do experimento estão apresentados na figura 1.

Figura 1 – Dados climáticos de temperaturas médias, máximas e mínimas e precipitação pluvial de novembro/2017 a maio/2018, na estação experimental da Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui/RS.



As sementeiras ocorreram nos dias 02/11/2017, 30/11/2017 e 21/12/2017, utilizando-se população de 300000 plantas/ha. A adubação de base foi realizada conforme a análise de solo e recomendações para a cultura (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2016), com 600 kg/ha de NPK da formulação 05-20-20 e as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* – SEMIA 5079 e 5080. No experimento foram avaliadas 20 cultivares de soja (Tabela 1), realizando-se todas as práticas culturais recomendadas para obtenção do máximo potencial das cultivares, conforme as recomendações para a cultura de soja (SALVADORI et al., 2016).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições (blocos). As unidades experimentais (parcelas) foram compostas de 5 fileiras de 3,0m de comprimento, com espaçamento de 0,45m entre fileiras. A área útil de 6m lineares de cada parcela foi obtida eliminando-se as fileiras externas de cada parcela e 0,5m em cada extremidade das linhas centrais. A área útil de cada parcela foi colhida e trilhada, e os grãos submetidos previamente a uma limpeza, e pesadas para posterior correção a 13% de umidade. A colheita foi realizada após 95% das plantas da parcela terem atingido o estágio R8 da escala de FEHR et al. (1971). Para a determinação da umidade foi utilizado o método padrão da estufa, submetendo as amostras à temperatura de 105°C por 24 horas em estufa de ventilação forçada (BRASIL, 2009).

Tabela 1 – Descrição das 20 cultivares de soja em relação ao hábito de crescimento, grupo de maturidade relativo, regiões de adaptação e empresas detentoras.

Cultivar	Hábito de crescimento	Grupo de Maturidade Relativo	Regiões de adaptação	Empresa
61I59 RSF IPRO	Indeterminado	6,1	MS, PR, RS, SC, SP	GDM Genética
54I52 RSF IPRO	Indeterminado	5,4	PR, RS, SC	GDM Genética
Don Mario 5.9 I	Indeterminado	5,9	MS, PR, RS, SC, SP	GDM Genética
NS 6535 IPRO	Indeterminado	6,5	MS, PR, RS, SC, SP	Nidera
M 5838 IPRO	Indeterminado	5,8	PR, RS, SC	Monsoy
7166 RSF IPRO	Indeterminado	6,6	GO, MG, MS, MT, PR, RS, SC, SP	GDM Genética
NA 5909 RG	Indeterminado	6,2	GO, MG, MS, MT, PR, RS, SC, SP	Nidera
M 5730 IPRO	Indeterminado	5,7	PR, RS, SC	Monsoy
M 5947 IPRO	Indeterminado	5,9	MS, PR, RS, SP	Monsoy
5855 RSF IPRO	Indeterminado	5,5	PR, RS, SC, SP	GDM Genética
NS 5959 IPRO	Indeterminado	5,9	GO, MG, MS, MT, PR, RS, SC, SP	Nidera
6563 RSF IPRO	Indeterminado	6,3	MS, PR, RS, SC, SP	GDM Genética
63I64 RSF IPRO	Indeterminado	6,3	MS, PR, RS, SC, SP	GDM Genética
50I52 RSF IPRO	Indeterminado	5,0	PR, RS, SC, SP	GDM Genética
58I60 RSF	Indeterminado	5,8	PR, RS, SC, SP	GDM Genética
5958 RSF IPRO	Indeterminado	5,8	PR, RS, SC, SP	GDM Genética
59I60 RSF IPRO	Indeterminado	5,9	PR, RS, SC, SP	GDM Genética
68I70 RSF IPRO	Indeterminado	6,8	MS, PR, RS, SC, SP	GDM Genética
M 6410 IPRO	Indeterminado	6,4	MG, MS, MT, PR, RS, SP	Monsoy
6968 RSF	Indeterminado	6,7	MS, PR, RS, SC, SP	GDM Genética

A seguir, com os dados de massa de cem grãos e produtividade verificou-se os pressupostos matemáticos, como medidas de distribuição (Simetria e Curtose), normalidade por meio dos testes de qui-quadrado e Lilliefors e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett. Uma vez que as variâncias sejam normais e homogêneas, realiza-se a análise de variância, sem necessidade de transformação dos dados. Foi utilizado o modelo matemático bifatorial no delineamento blocos ao acaso dado por: $Y_{ijk} = \mu + a_i + d_j + (ad)_{ij} + \beta/a_{jk} + \varepsilon_{ijk}$, no qual Y_{ijk} é o valor médio observado da variável resposta na parcela ijk , μ é a média geral, a_i é o efeito aleatório do nível i ($i = 1, 2, 3$) do fator época, d_j é o efeito fixo do nível j ($j = 1, 2, \dots, 20$) do fator cultivar, $(ad)_{ij}$ é o efeito da interação do nível i do fator época com o nível j do fator cultivar, β/a_{jk} é o efeito aleatório do bloco ($k = 1, 2$ e 3) dentro do fator época e ε_{ijk} é o efeito do erro experimental, considerado normal e independentemente distribuído com média 0 e variância comum σ^2 (STORCK et al., 2016). Calculou-se também, estatísticas de precisão experimental, como acurácia seletiva (RESENDE & DUARTE, 2007), coeficiente de determinação (CARGNELUTTI FILHO & STORCK, 2007), coeficiente de variação

(PIMENTEL-GOMES, 1990; STORCK et al., 2006), herdabilidade (CARGNELUTTI FILHO & STORCK, 2007) e valor do teste de F (CARGNELUTTI FILHO & STORCK, 2007; RESENDE & DUARTE, 2007 - Tabela 2), e foi realizado o agrupamento de médias por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Limites de precisão experimental estabelecidos por (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009) para cultura da soja.

Limites de precisão experimental	$AS = \sqrt{1 - \frac{1}{Fc}}$	$h^2 = AS^2$	$R^2 = \frac{1}{2 - AS^2}$	$Fc = \frac{1}{1 - AS^2}$
Muito Alta	$\geq 0,90$	$\geq 0,81$	$\geq 0,8403$	$\geq 5,2632$
Alta	$\geq 0,70$ e $< 0,90$	$\geq 0,49$ e $< 0,81$	$\geq 0,6623$ e $< 0,8403$	$\geq 1,9608$ e $< 5,2632$
Moderada	$\geq 0,50$ e $< 0,70$	$\geq 0,25$ e $< 0,49$	$\geq 0,5714$ e $< 0,6623$	$\geq 1,3333$ e $< 1,9608$
Baixa	$< 0,50$	$< 0,25$	$< 0,5714$	$< 1,3333$

As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas por meio do método do Centróide (método dos componentes principais) para variáveis que apresentaram significância da interação G×A, facilitando assim, a recomendação de cultivares adaptáveis e previsíveis as variações ambientais em áreas de várzea. Deste modo, as cultivares foram classificadas como genótipos de máxima adaptabilidade geral, máxima adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e os genótipos de mínima adaptabilidade. O ideótipo de máxima adaptabilidade geral representa os valores máximos observados para todos os ambientes estudados (ideótipo I). Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV).

Para utilização do método, os ambientes foram classificados em favoráveis e desfavoráveis, por meio da utilização do índice ambiental (I_j) proposto por Finlay & Wilkinson (1963):

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$$

em que: Y_{ij} = média da cultivar i, no ambiente j; $Y_{..}$ = total das observações; a = número de ambientes; g = número de cultivares.

Com a classificação dos ambientes, foram gerados pontos referenciais no plano cartesiano denominado de centróides (ideótipos), acrescentando-se na matriz de médias da

interação $g \times a$, quatro linhas adicionais correspondentes aos ideótipos estabelecidos. A partir desses genótipos ($g+4$) foi realizada análise de componentes principais obtendo-se escores de distância cartesiana entre as cultivares e os quatro ideótipos. Por meio da medida de probabilidade espacial, calculada a partir do inverso da distância entre um tratamento (cultivar) e os centróides, realizando-se o agrupamento das cultivares em relação a sua adaptabilidade e estabilidade, considerando a posição das cultivares em relação aos centróides (ideótipos) no gráfico de dispersão e os valores de distância cartesiana entre os pontos (cultivares) e cada um dos quatro centróides (MARQUES et al., 2011).

$$P_{d(i,j)} = \frac{\left(\frac{1}{d_i}\right)}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

em que: $P_{d(i,j)}$ = é a probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao j -ésimo centróide; e d_i = é a distância do i -ésimo genótipo ao j -ésimo centróide no plano gerado a partir da análise de componentes principais.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos programas Genes (CRUZ, 2013) e do aplicativo Microsoft Office Excel®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatarem-se com os limites de classe de precisão experimental das estatísticas de acurácia seletiva, coeficiente de determinação, herdabilidade e valor do teste de F calculado conforme critérios estabelecidos por CARGNELUTTI FILHO et al. (2009) (Tabela 2), entre os 6 casos avaliados (2 caracteres \times 3 ambientes), quatro apresentaram precisão experimental muito alta e dois apresentaram precisão alta (Tabela 3). Segundo Resende e Duarte (2007) a acurácia seletiva $\geq 0,70$ e $\leq 0,90$ e $> 0,90$ e o valor de F calculado $\geq 1,96$ e $\leq 5,26$ e $> 5,26$ conferem precisão alta e muito alta, respectivamente, sendo desejados, pois proporcionam elevada precisão experimental e confiabilidade dos dados. Os pressupostos matemáticos indicaram não significativos para as duas variáveis analisadas nos três ambientes, assim verificando a normalidade do conjunto de dados e permitindo a análise de variância, sem a necessidade de transformação dos dados (STORCK et al., 2006; MARTIN & STORCK, 2008) (Tabela 4).

Tabela 3 – Precisão experimental de duas variáveis em três épocas de semeadura e 20 cultivares de soja em terras baixas no município de Itaquí - RS na safra 2017/2018.

Estatísticas de precisão experimental	Massa de cem grãos (g)			Produtividade (kg ha ⁻¹)		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Média	13,44	16,84	18,54	3031,54	3302,05	2033,65
CV(%) ⁽¹⁾	8,29	7,64	9,29	25,41	20,59	21,19
Fc	8,05	8,33	3,75	5,98	9,72	2,64
h ²	0,87	0,88	0,73	0,83	0,89	0,62
AS	0,93	0,94	0,85	0,91	0,94	0,79
R ²	0,88	0,89	0,79	0,85	0,90	0,72
Precisão⁽²⁾	MA	MA	A	MA	MA	A

⁽¹⁾CV = coeficiente de variação; Fc = Fcalculado; h² = herdabilidade em sentido amplo; AS = acurácia seletiva; R² = coeficiente de determinação. ⁽²⁾Limites de precisão estabelecidos por Cargnelutti Filho et al. (2009): MA = Muito Alta; A = Alta.

Tabela 4 – Pressupostos matemáticos e testes de normalidade entre as 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaquí - RS na safra 2017/2018.

Pressupostos matemáticos	Massa de cem grãos			Produtividade		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
Bartlett	0,1427 ^{ns}	0,1859 ^{ns}	0,3028 ^{ns}	0,4510 ^{ns}	0,5470 ^{ns}	0,3824 ^{ns}
Simetria	0,0758 ^{ns}	0,6394 ^{ns}	0,6718 ^{ns}	0,1779 ^{ns}	0,9602 ^{ns}	0,6764 ^{ns}
Curtose	0,0523 ^{ns}	0,5168 ^{ns}	0,5503 ^{ns}	0,7478 ^{ns}	0,9756 ^{ns}	0,7097 ^{ns}
Teste de qui-quadrado	0,1520 ^{ns}	0,4484 ^{ns}	0,4041 ^{ns}	0,7077 ^{ns}	0,4276 ^{ns}	0,5039 ^{ns}
Teste de Lilliefors	0,8870 ^{ns}	0,0929 ^{ns}	0,0723 ^{ns}	0,0837 ^{ns}	0,0671 ^{ns}	0,0643 ^{ns}

^{ns} desvio não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 – Análise de variância e significância do quadrado médio das fontes de variação em relação à massa de cem grãos e produtividade de grãos. Coeficiente de variação experimental (CV) e média geral entre as 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaquí - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Massa de cem grãos	Produtividade
Blocos/Ambientes	6	2,81	1553625,61
Genótipos	19	31,41 [*]	3338446,98 ^{ns}
Ambientes	2	403,99 [*]	26778046,59 [*]
Genótipos × Ambientes	38	1,77 ^{ns}	2597682,87 [*]
Resíduo	114	1,95	413907,157
Média		16,27g	2789,08 kg ha ⁻¹
CV _{exp} (%)		8,59	23,07

* Efeito significativo pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo.

O coeficiente de variação oscilou entre 7,64% a 9,69% e 20,59% a 25,41% nos três ambientes, para massa de cem grãos e produtividade, sendo considerado baixo e alto, respectivamente (PIMENTEL-GOMES, 1990 - Tabela 3). O coeficiente de variação experimental da análise conjunta (CV_{exp}) apresentou valores de 8,59% e 23,07% para massa de cem grãos e produtividade, respectivamente (Tabela 5). Valores altos de coeficiente de variação para a produtividade de grãos também foram verificados em outros estudos de ensaios experimentais com a cultura soja (FOLMANN et al., 2016; PELUZIO et al., 2008a; PELUZIO et al., 2008b; VASCONCELOS et al., 2015), sendo esta situação justificada por FOLMANN et al. (2016) como devido a ocorrência de variabilidade na fertilidade natural do solo, ocorrência de microrganismos que proporcionam o condicionamento ao solo, balanço hídrico, temperatura e microclima junto ao dossel vegetativo. Além disso, segundo CARGNELUTTI FILHO et al. (2009), as estatísticas de acurácia seletiva, coeficiente de determinação, herdabilidade e valor de $F_{calculado}$, por estarem associadas a maiores variabilidades genéticas, menores variâncias residuais e serem independentes da média geral, são mais adequadas que o coeficiente de variação para se avaliar a precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de soja.

A variável massa de cem grãos não apresentou interação $g \times a$ significativa (Tabela 5). Por consequência, foram avaliados apenas os efeitos principais de cultivares e de ambientes. Constatou-se significância entre cultivares, demonstrando variabilidade genética existente entre os genótipos mensurados. A cultivar ‘68I70 RSF IPRO – Ícone’ apresentou maior média geral (Tabela 6), diferindo estatisticamente das demais cultivares, permitindo ser usada em programas de seleção de genótipos para aumento da massa de grãos. As épocas 2 e 3 foram as que apresentaram maior média gerais de massa de cem grãos. Mesmo a massa de cem grãos sendo uma característica de alta herdabilidade, pode sofrer variações em ambientes considerados favoráveis e desfavoráveis. Estudos realizados por BORNHOFEN et al. (2015) confirmam oscilações na massa de cem grãos em semeaduras mais tardias, com incremento de massa nesses períodos, frente as épocas consideradas ideais. Segundo FARIAS et al. (2007) a massa de grãos tende a compensar prejuízos na formação de vagens, nos casos em que ocorre abortamento dessas estruturas, com acréscimos em sua massa até pontos geneticamente tolerados, de forma que a formação de vagens demonstra tendência de redução em semeaduras tardias na cultura da soja (BARBOSA et al., 2013; CARMO et al., 2018), como consequência, se proporciona aumento na massa de grãos. Outro fator relevante que ocasionou redução nessa variável, na primeira época de semeadura, foi o excesso de chuvas

no florescimento (Figura 1), a maior incidência de ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*) e a dificuldade de controle da doença. Segundo STEFANELLO et al. (2016), o fungo *Phakopsora pachyrhizi* afeta diretamente a massa de grãos e associado ao excesso de chuvas, proporciona menor eficiência dos fungicidas recomendados, dificultando o controle e reduzindo a massa de grãos.

Tabela 6 – Médias de massa de cem grãos de 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaquí - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.

Cultivares	Época 1	Época 2	Época 3	Médias
68I70 RSF IPRO - Ícone	14,97	18,90	19,40	22,35 a
63I64 RSF IPRO - Garra	11,57	14,41	16,76	18,39 b
6968 RSF - Valente	13,02	14,13	18,46	18,01 b
61I59 RSF IPRO	12,88	15,08	18,05	17,76 b
6563 RSF IPRO	12,74	15,50	18,54	17,17 c
NA 5909 RG	14,32	17,37	18,15	16,97 c
7166 RSF IPRO - Ponta	14,57	16,61	19,73	16,61 c
50I52 RSF IPRO	12,61	16,70	16,82	16,15 c
NS 5959 IPRO	11,61	14,02	16,53	16,10 c
5855 RSF IPRO - Elite	11,95	16,58	18,59	15,71 c
M 5838 IPRO	13,36	16,75	18,19	15,59 c
M 5730 IPRO	14,10	18,22	19,18	15,37 c
59I60 RSF IPRO	15,31	19,93	19,93	15,34 c
NS 6535 IPRO	13,60	16,83	18,02	15,33 c
Don Mario 5.9 I	11,95	16,61	16,62	15,20 c
M 6410 IPRO	11,59	15,41	17,53	15,16 c
58I60 RSF - Lança	11,40	17,32	17,32	15,06 c
5958 RSF IPRO	18,66	23,21	25,17	14,85 c
54I52 RSF IPRO	12,60	15,55	17,34	14,25 c
M 5947 IPRO	16,01	17,67	20,36	14,05 c
	13,44 B	16,84 A	18,54 A	16,27

⁽¹⁾Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical constituem grupos estatisticamente homogêneos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Houve interação significativa entre genótipos (cultivares) e ambientes (épocas) na variável produtividade de grãos. Em virtude disso foram comparados os efeitos principais de épocas e realizado o desdobramento das cultivares dentro de cada época e das épocas dentro de cada cultivar (Tabela 7). Na primeira época de semeadura, destacou-se a cultivar ‘NA 5909 RG’, com produtividade equivalente 5978,38 kg ha⁻¹, diferindo de todas as demais cultivares, no entanto demonstrou um desempenho inferior nas demais épocas de semeadura. Segundo

FOLLMANN et al. (2016) diferenças nas condições climáticas entre ambientes podem contribuir para variações no desempenho de cultivares de soja, dificultando recomendações quando há existência de interação complexa entre os genótipos em diferentes ambientes. Fato este, também observado na segunda época de semeadura, no qual as cultivares ‘63I64 RSF IPRO – Garra’ e ‘50I52 RSF IPRO’ apresentaram maiores médias de produtividade com 6064,40 kg ha⁻¹ e 6012,17 kg ha⁻¹, respectivamente. No entanto, a cultivar 50I52 RSF IPRO apresentou comportamento inferior nas semeaduras do dia 02 e 21 de dezembro, enquanto que a cultivar ‘63I64 RSF IPRO – Garra’ apresentou maiores médias de produtividade na segunda e terceira época.

Tabela 7 – Médias de produtividade de 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaquí - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.

Cultivares	Ambientes			Média Geral
	Época 1	Época 2	Época 3	
63I64 RSF IPRO - Garra	4167,74 Bb	6064,40 Aa	3101,03 Ba	4444,39 a
NA 5909 RG	5978,39 Aa	2574,69 Bd	2244,77 Ba	3599,28 a
68I70 RSF IPRO - Ícone	3944,08 Ab	4158,37 Ab	2573,18 Ba	3558,54 a
50I52 RSF IPRO	2280,30 Bc	6012,17 Aa	1960,14 Ba	3417,54 a
5855 RSF IPRO - Elite	2609,28 Bc	4764,52 Ab	1992,20 Ba	3122,00 a
7166 RSF IPRO - Ponta	3588,09 Ab	3082,95 Ac	2657,79 Aa	3109,61 a
58I60 RSF - Lança	2677,12 Bc	4286,95 Ab	1957,30 Ba	2973,79 a
61I59 RSF IPRO	3843,90 Ab	2996,93 Ac	1683,43 Ba	2841,42 b
6968 RSF - Valente	4416,05 Ab	2000,32 Bd	2066,44 Ba	2827,60 b
M 5730 IPRO	2585,10 Bc	3614,12 Ac	1658,26 Ba	2619,16 b
59I60 RSF IPRO	2433,39 Bc	3432,62 Ac	1908,23 Ba	2591,42 b
M 5838 IPRO	2159,76 Ac	3149,35 Ac	2185,74 Aa	2498,28 b
M 5947 IPRO	3593,23 Ab	1806,75 Bd	1840,48 Ba	2413,49 b
M 6410 IPRO	3275,46 Ab	2023,53 Bd	1940,71 Ba	2413,24 b
5958 RSF IPRO	2240,20 Bc	3329,99 Ac	1550,92 Ba	2373,71 b
6563 RSF IPRO	3122,26 Ac	2044,60 Bd	1810,34 Ba	2325,73 b
Don Mario 5,9 I	2435,21 Ac	2412,24 Ad	1837,23 Aa	2228,22 b
NS 5959 IPRO	1372,38 Bc	2803,20 Ac	2484,85 Aa	2220,14 b
NS 6535 IPRO	2224,08 Ac	2621,08 Ad	1650,89Aa	2165,35 b
54I52 RSF IPRO	1684,81 Bc	2862,24 Ac	1569,08 Ba	2038,71 b
Médias	3031,54	3302,05	2033,65	2789,08

⁽¹⁾Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical constituem grupos estatisticamente homogêneos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A semeadura realizada no dia 21 de dezembro de 2017 apresentou desempenho inferior às demais épocas em relação à produtividade de grãos, na maioria das cultivares,

evidenciando queda no rendimento médio das mesmas (2033,65 kg ha⁻¹). Este fato, em decorrência do efeito ocasionado pela semeadura tardia, o qual proporciona redução do porte da planta, florescimento precoce com encurtamento do ciclo vegetativo e, conseqüente, queda na produtividade (MARQUES et al., 2011; MEOTTI et al., 2012; SUBEDI et al., 2007). Não houve diferenças significativas entre cultivares dentro da terceira época de semeadura, com rendimentos não ultrapassando os 3000 kg ha⁻¹, exceto a cultivar ‘63I64 RSF IPRO – Garra’ que atingiu os 3101,03 kg ha⁻¹, mas não diferiu estatisticamente das demais (Tabela 7).

Estudos de adaptabilidade e estabilidade entre cultivares têm sido utilizados para facilitar a discriminação, seleção e recomendação de cultivares em situações de interação complexa na soja (BARROS et al., 2008; MARQUES et al., 2011; PELÚZIO et al., 2008a). Entre eles, o método dos componentes principais permite a discriminação de genótipos de máxima adaptação específica, com base nos valores máximos de determinado grupo de ambientes, sejam eles, favoráveis ou desfavoráveis e mínimos para o outro conjunto (ROCHA et al., 2005). Com a significância da interação g×a para a variável produtividade tornou-se relevante o estudo detalhado da performance de cultivares frente as variações ocorridas entre os diferentes ambientes em que se sucedeu a condução das cultivares, procedendo-se assim, a análise de adaptabilidade e estabilidade.

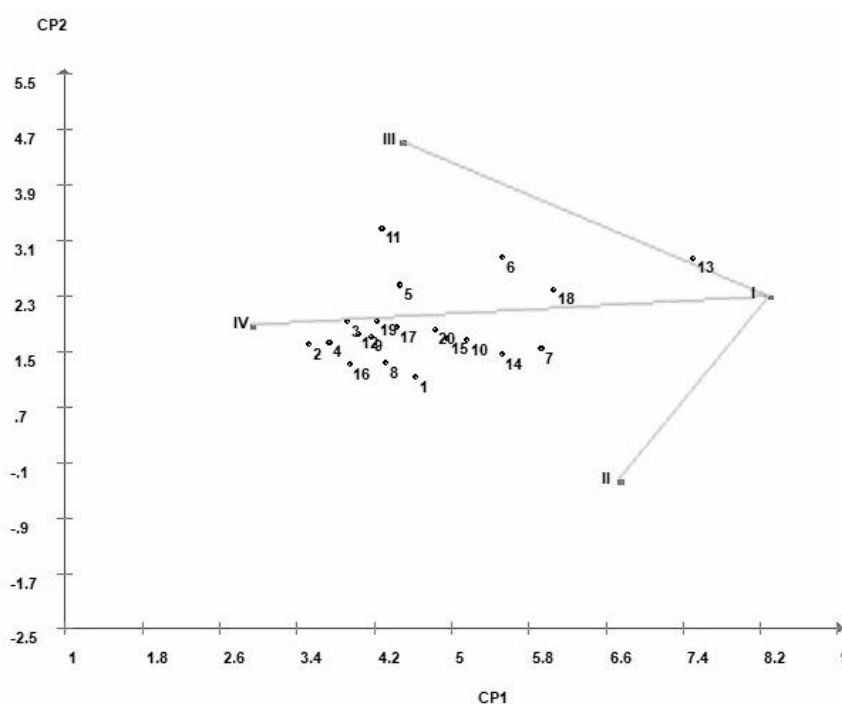
Inicialmente, se realizou o estabelecimento dos valores médios dos ideótipos procedendo a análise dos componentes principais para as 20 cultivares, acrescido os 4 ideótipos (centróides), os quais foram avaliadas a dispersão das cultivares em função dos centróides. Com as estimativas dos autovalores, dois componentes explicam mais de 80% da variância total, dados estes, superiores aos obtidos por SANTOS et al. (2011) e SILVA et al. (2008) e semelhantes aos obtidos por ROCHA et al. (2005), permitindo considerar a suficiência dos dois autovalores (Tabela 8). Com a confirmação da suficiência dos autovalores na representação da variação total, permite-se análise gráfica bidimensional dos genótipos (Figura 2).

Tabela 8 – Estimativas dos autovalores e fração acumulada da variância explicada pelos componentes principais.

RAIZ	RAIZ (%)	(%) Acumulada
1,61	53,59	53,59
0,80	26,55	80,13
0,60	19,87	100,00

A análise visual do gráfico possibilita concluir que as cultivares apresentaram comportamento heterogêneo em relação à produtividade de grãos, com pontos de maior proximidade aos quatro centróides (Figura 2). Assim, segundo BARROS et al. (2008), viabilizando a recomendação de cultivares de adaptabilidade geral ou adaptabilidade específica a um subgrupo de ambientes. As cultivares mais próximas à seta são mais produtivas, as cultivares presentes na base da seta são as menos produtivas e à medida que as cultivares se distanciam do segmento de reta, para cima ou para baixo, podem ser adaptadas a ambientes favoráveis e desfavoráveis (NASCIMENTO et al., 2009).

Figura 2 – Dispersão gráfica dos escores dos dois componentes principais de 20 cultivares, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.



⁽¹⁾Os quatros pontos numerados com algarismos romanos representam os centróides: **I** – adaptabilidade geral, **II** – adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, **III** – adaptabilidade específica a ambiente desfavoráveis, **IV** – baixa adaptabilidade. **1-** 61I59 RSF IPRO; **2-** 54I52 RSF IPRO; **3-** Don Mario 5.9 I; **4-** NS 6535 IPRO; **5-** M 5838 IPRO; **6-** 7166 RSF IPRO - Ponta; **7-** NA 5909 RG; **8-** M 5730 IPRO; **9-** M 5947 IPRO; **10-** 5855 RSF IPRO - Elite; **11-** NS 5959 IPRO; **12-** 6563 RSF IPRO; **13-** 63I64 RSF IPRO - Garra; **14-** 50I52 RSF IPRO; **15-** 58I60 RSF - Lança; **16-** 5958 RSF IPRO; **17-** 59I60 RSF IPRO; **18-** 68I70 RSF IPRO - Ícone; **19-** M 6410 IPRO; **20-** 6968 RSF – Valente.

Foram classificadas as cultivares ‘63I64 RSF IPRO – Garra’ e ‘68I70 RSF IPRO – Ícone’ como de ampla adaptabilidade (Grupo I – Tabela 9), viabilizando a recomendação

destas na região, bem como seu uso em programas de melhoramento, principalmente a cultivar ‘68I70 RSF IPRO – Ícone’ para programas em que se pretende aumentar a massa de grãos (Tabela 6). As cultivares ‘NA 5909 RG’ e ‘50I52 RSF IPRO’ como de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Grupo II) e como de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis as cultivares ‘7166 RSF IPRO – Ponta’ e ‘NS 5959 IPRO’(Grupo III). As demais cultivares foram classificadas como pouco adaptadas (Grupo IV) as épocas de semeadura realizadas. Deste modo, a plotagem das cultivares do grupo IV por não apresentarem gradientes, alocando pontos no centro do gráfico, logo apresentam menor semelhança com os ideótipos de comportamento desejado, tornando-se equidistante a ambos, e demonstrando comportamento invariante, sendo sua classificação menos precisa (ROCHA et al., 2005; BARROS et al., 2008), devendo-se evitar a recomendação e seleção de tais cultivares em terras baixas.

Tabela 9 – Classificação dos genótipos em quatro grupos calculados pelo método do centróide e a probabilidade associada a classificação das 20 cultivares de soja, avaliadas em três épocas de semeadura em terras baixas no município de Itaqui - Rio Grande do Sul na safra 2017/2018.

Genótipos	Média	Classificação	Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)
63I64 RSF IPRO - Garra	4444,39	I	0,4073	0,3094	0,1448	0,1385
68I70 RSF IPRO - Ícone	3558,54	I	0,2823	0,2698	0,2273	0,2206
NA 5909 RG	3599,28	II	0,2835	0,2863	0,2145	0,2157
50I52 RSF IPRO	3417,54	II	0,2628	0,2733	0,2285	0,2353
7166 RSF IPRO - Ponta	3109,61	III	0,2070	0,2002	0,3069	0,2859
NS 5959 IPRO	2220,14	III	0,0909	0,0903	0,4407	0,3781
5855 RSF IPRO - Elite	3122,00	IV	0,2315	0,2404	0,2578	0,2703
58I60 RSF - Lança	2973,79	IV	0,2119	0,2203	0,2744	0,2934
61I59 RSF IPRO	2841,42	IV	0,2075	0,2218	0,2686	0,3020
6968 RSF - Valente	2827,60	IV	0,2059	0,2101	0,2861	0,2979
M 5730 IPRO	2619,16	IV	0,1729	0,1828	0,2931	0,3512
59I60 RSF IPRO	2591,42	IV	0,1573	0,1624	0,3158	0,3645
M 5838 IPRO	2498,28	IV	0,1311	0,1323	0,3551	0,3815
M 5947 IPRO	2413,49	IV	0,1599	0,1648	0,3155	0,3598
M 6410 IPRO	2413,24	IV	0,1468	0,1504	0,3276	0,3753
5958 RSF IPRO	2373,71	IV	0,1444	0,1522	0,3013	0,4022
6563 RSF IPRO	2325,73	IV	0,1385	0,1430	0,3228	0,3956
Don Mario 5.9 I	2228,22	IV	0,1089	0,1120	0,3246	0,4545
NS 6535 IPRO	2165,35	IV	0,1069	0,1111	0,3031	0,4789
54I52 RSF IPRO	2038,71	IV	0,0995	0,1035	0,2937	0,5033

4 CONCLUSÕES

A cultivar ‘68I70 RSF IPRO – Ícone’ apresentou maior massa de cem grãos nas três épocas de semeadura, viabilizando seu uso em programas de melhoramento, visando o aumento da massa de grãos.

A cultivar ‘NA 5909 RG’ foi favorecida com a semeadura na primeira época, atingindo maiores médias produtivas no período. Na segunda época, destacou-se as cultivares ‘63I64 RSF IPRO – Garra’ e ‘50I52 RSF IPRO’. A terceira época não demonstrou diferenças de produtividade entre cultivares.

As cultivares ‘63I64 RSF IPRO – Garra’ e ‘68I70 RSF IPRO – Ícone’ apresentam desempenho de ampla adaptabilidade em terras baixas, possibilitando serem utilizadas como possíveis genitores em programas de melhoramento genético.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v.4, p.503-508, 1964.
- BAMBERG, A.L.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.da S.; TIMM, L.C.; PINTO, L.F.S.; LIMA, A.C.R.de .; SILVA, T.R.da . Densidade de um Planossolo sob sistemas de cultivo avaliada por meio da tomografia computadorizada de raios gama. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.1079-1086, 2009.
- BARBOSA, M.C.; BRACCINI, A.de L.e .; CARLOS, A.S.; ALBRECHT, L.P.; PICCININ, G.G.; ZUCARELI, C. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, p.945-960, 2013.
- BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.,; TEIXEIRA, R.de C.; CRUZ, C.D. Análises paramétricas e não-paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, p.299-309, 2008.
- BORNHOFEN, E.; BENIN, G.; GALVAN, D.; FLORES, M.F. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.45, p.46-55, 2015.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 365p.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.17- 24, 2007.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBEIRO, N.D. Medidas da precisão experimental em ensaios com genótipos de feijão e de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.1225-1231, 2009.
- CARMO, E.L.do .; BRAZ, G.B.P.; SIMON, G.A.; SILVA, A.G.da .; ROCHA, A.G.C. Desempenho agrônomo da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Revistas de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.17, p.61-69, 2018.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos - safra 2017/18 – décimo primeiro levantamento. **Companhia Nacional de Abastecimento**, v.5, p.1-148, 2018.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, p.271-276, 2013.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa:UFV, v.2, 2006. 585p.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.1, p.36-40, 1966.

- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **EMBRAPA**, 2018. 353p.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9p.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, R.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* L. Merrill. **Crop Science**, Madison, v.11, p.929-931, 1971.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.6, p.742-754, 1963.
- FOLLMANN, D.N.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SOUZA, V.Q.de .; NARDINO, M.; CARVALHO, I.R.; DEMARI, G.H.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A.J.de .; SZARESKEI, V.J. Relações lineares entre caracteres de soja safrinha. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.40, p.213-221, 2017.
- FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.da .; DEBIASI, H. **Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade produção agrícola no Paraná**. IPNI – International Plant Nutrition Institute. Informações Agronômicas Nº 134. junho/2011. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/D88EB80E259BA11E83257A8F005E67E3/\\$FILE/Page1-13-134.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/D88EB80E259BA11E83257A8F005E67E3/$FILE/Page1-13-134.pdf)> . Acesso em: 14 Ago. 2018.
- MARQUES, M.C.; HAMAWAKI, O.T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M.R.; REIS, M.S.; CRUZ, C.D.; NOGUEIRA, A.P.O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, p.59-69, 2011.
- MARTIN, T.N.; STORCK, L. Análise das pressuposições do modelo matemático em experimentos agrícolas no delineamento blocos ao acaso. In: MARTIN, T.N.; ZIECH, M.F. (Org.). SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2008, Curitiba. **Anais...Curitiba: UTFPR**, 2008, v.1, p.177-196.
- MEOTTI, G.V.; BENIN, G.; SILVA, R.R.; BECHE, E.; MUNARO, L.B. Épocas de semeadura e desempenho agronômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, p.14-21, 2012.
- NASCIMENTO, M.; CRUZ, C.D.; CAMPANA, A.C.M.; TOMAZ, R.S.; SALGADO, C.C.; FERREIRA, R.P. Alteração no método centroide de avaliação da adaptabilidade genotípica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.263-269, 2009.
- PARFITT, J.M.B.; PINTO, M.A.B.; TIMM, L.C. **Efeito da sistematização sobre atributos físicos, químicos e biológicos de um solo de várzea no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 30p.
- PELUZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; GIONGO, P.; SILVA, J.C.da .; CAPPELLARI, D.; BARROS, H.B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em quatro épocas de semeadura no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, v.55, p.34-40, 2008b.
- PELUZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; GIONGO, P.R.; SILVA, J.C.da .; CAPPELLARI, D.; BARROS, H.B. Análise de regressão e componentes principais para estudo da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, p.455-462, 2008a.

PEREIRA, M.A.B.; AZEVEDO, S.M.de .; FREITAS, G.A.de .; SANTOS, G.R.dos .; NASCIMENTO, I.R.do . Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de tomateiro em condições de temperatura elevada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, p.330-337, 2012.

PIMENTEL- GOMES, F. **Curso de estatística experimental**.13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

RESENDE, M.D.V. de; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, p.182- 194, 2007.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD; J.L.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, p.255-266, 2005.

ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; TEIXEIRA, A.L.; SOUZA, F.de F.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade da produção de café beneficiado em *Coffea canephora*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, p.1531-1537, 2015.

SALVADORI, J.R.; BACALTCHUK, B.; DEUNER, C.C.; LAMAS JUNIOR, G.; RIZZARDI, M.A.; LANGARO, N.C.; ESCOSTEGUY, P.V.; BOLLER, W. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016. 128p.

SANTOS, E.L.; GARBUGLIO, D.M.; ARAÚJO, P.M.; GERAGE, A.C.; SHIOGA, P.S.; PRETE, C.E.C. Uni and multivariate methods applied to studies of phenotypic adaptability in maize (*Zea mays* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, p.633-639, 2011.

SILVA, R.G.; CRUZ, C.D.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, D.G. Adaptabilidade de famílias de meio-irmãos de milho submetidas ao déficit hídrico e baixa disponibilidade de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.55, p.344-351, 2008.

STEFANELLO, M.T.; MARQUES, L.N.; PINTO, F.F.; RAMOS, J.P.; CADORE, P.C.; BALARDIN, R.S. Dinâmica do controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* em plantas de soja submetidas a diferentes regimes hídricos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.83, p.1-6, 2016.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2006. 198p.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação Vegetal**, 3ª edição, Santa Maria: UFSM, 2016. 200p.

SUBEDI, K.D.; MA, B.L.; XUE, A.G. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science**, Madison, v.47, p.36- 47, 2007.

TAVARES, T.; SOUSA, S.; SALGADOS, F.; SANTOS, G.; LOPES, M.; FIDELIS, R. Adaptabilidade e estabilidade da produção de grão em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.40, p.411-418, 2017.

VASCONCELOS, E.S.de .; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D. Produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclos precoce e médio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, p.1203-1214, 2015.

VERNETTI JUNIOR, F.de J.; GOMES, A.da S.; SCHUCH, L.O.B. Sucessão de culturas em solos de várzea implantadas nos sistemas plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, p.37-42, 2009.

6 ANEXOS

Imagens do experimento de soja cultivado em terras baixas na safra 2017/2018, anteriormente a implantação (A e B), nos dias posteriores a emergência (C, D, E e F), durante os estágios vegetativos (G e H), no início da maturação e colheita (I e J).

