

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Desempenho de plantas de soja em terras baixas: características
agronômicas e qualidade da semente produzida.**

Verônica Betat Basilio

Pelotas, 2020.

Verônica Betat Basilio

.

**Desempenho de plantas de soja em terras baixas: características
agronômicas e qualidade da semente produzida.**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciência
e Tecnologia de Sementes da
Universidade Federal de Pelotas, como
requisito parcial à obtenção do título de
Mestra em Ciência e Tecnologia de
Sementes.

Orientador: Géri Eduardo Meneghello, Dr.

Coorientadora: Keli Souza da Silva, Dra.

Pelotas, 2020.

Verônica Betat Basilio

**Desempenho de plantas de soja em terras baixas: características
agronômicas e qualidade da semente produzida.**

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Ciência, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes,
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 13/03/2020.

Banca examinadora:

Géri Eduardo Meneghello (Orientador)
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de
Pelotas.

Dra. Keli Souza da Silva (Coorientadora)
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

Dr. Luiz Eduardo Panozzo
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa

Dra. Andrea Bicca Martins
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de
Pelotas

Dedico a minha família,
sem a qual eu não teria
realizado mais esta etapa da
minha vida.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e Nossa senhora por me dar forças para superar todas as dificuldades.

Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado, dando força para que este momento ocorresse.

Aos professores da Universidade Federal de Pelotas, pelos conhecimentos a mim transmitidos.

Ao meu orientador Géri Eduardo Meneghello, pela confiança, amizade e conhecimentos repassados durante o curso de pós-graduação.

A minha coorientadora Keli Souza da Silva pelos anos de trabalho juntas, amizade e auxílio na realização deste trabalho.

A Mauro Mesko Rosa e família pelo carinho e apoio.

Aos colegas, em especial Alberto Bohn e Gabriel Bortolin pela ajuda, amizade e apoio.

A todos estagiários e pós-graduandos do programa de pós-graduação em Ciência e tecnologia de sementes pelo auxílio na execução dos trabalhos.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para o êxito deste trabalho.

Muito obrigada!

*“A intensidade da convicção de que
uma hipótese é verdadeira não se sustenta no fato de
que ela seja verdadeira ou falsa”*

(Peter Medawar)

Resumo

BASILIO, Verônica Betat. **Desempenho de plantas de soja em terras baixas: características agronômicas e qualidade da semente produzida.** Orientador: Géri Eduardo Meneghello. 2020. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

A soja quando cultivada em terras baixas está sujeita a estresses abióticos, devido as características do adversas do ambiente, principalmente estresse hídrico, culminando na diminuição do seu potencial produtivo, sendo o dano variável em função do genótipo. Por outro lado, no estado do Rio Grande do Sul, muitas áreas com estas características têm sido utilizadas para o cultivo desta espécie. O presente estudo objetivou avaliar o desempenho de onze cultivares de soja produzidas em terras baixas, avaliando o efeito do ambiente sobre as características agronômicas e a qualidade de sementes produzidas. Foram utilizadas as cultivares HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO, Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tereré IPRO, BMX Fibra IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO e TEC IRGA 6070 RR, em dois experimentos, o primeiro foi conduzido a campo em dois ambientes de terras baixas do sul rio-grandense nos municípios de Cristal e Arambaré, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. O segundo foi realizado em laboratório didático de análise de sementes, pertencente a Universidade Federal de Pelotas, em delineamento inteiramente casualizado objetivando avaliar a qualidade da semente produzida. Observou-se a intensa interação entre a genética, ambiente e manejo, provocando diferenças claras nas respostas obtidas, demonstrando a alta plasticidade da cultura em adaptar-se e mecanismos de compensação de produtividade também foram observados. Porém apenas no município de Arambaré obteve-se a produtividade compatível com a média do estado, apresentada pelo cultivar Ho Pirapó IPRO frente as cultivares HO Jacuí IPRO, BMX Valente RR, HO Tereré IPRO, TMG 7260 IPRO, SYN 1561 IPRO, BS 2606 e TEC IRGA 6070 RR, demonstrando potencial de manter altas produtividades mesmo em condições de estresse. Quanto a qualidade fisiológica de sementes observou-se que plantas mais baixas e com menor números de nós produzem sementes com maior qualidade fisiológica, em que em ambos locais obteve-se sementes com alta qualidade.

Palavras-chave: Características agronômicas, Qualidade fisiológica de sementes, *Glycine max*, áreas alagadiças, produtividade.

Abstract

BASILIO, Verônica Betat. **Performance of soybean plants in lowlands: agronomic and quality characteristics of the seed produced**. Advisor: Géri Eduardo Meneghello. 2020. 91 f. Dissertation (Master in Seed Science and Technology) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

Soybeans, when cultivated in lowlands, are subject to abiotic stresses, due to adverse environmental characteristics, mainly water stress, culminating in the reduction of their productive potential, with variable damage in the functions of the genotype. On the other hand, in the state of Rio Grande do Sul, many areas with these resources are used for the cultivation of this species. The present study aims to evaluate the performance of one of the soybean cultivars produced in the lowlands, the effect of the environment on the agronomic resources and the quality of the seeds produced. We use as cultivars HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Burro IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tereré IPRO, BMX Fibra IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO and TEC IRGA 6070 RR, in two experiments, the first was conducted in a field in two lowland environments in the south of the river in the states of cristal and arambaré, in a randomized block design, with four replications. The second was carried out in the didactic laboratory of seed analysis, belonging to the Federal University of Pelotas, in a randomized open design, aiming to evaluate the quality of the reproduced seed. Observe an intense interaction between genetics, environment and management, causing clear differences in responses, demonstrating a high plasticity of the culture in adapting and testing compensation mechanisms were also observed. However, only in the municipality of Arambaré, if you have a performance compatible with the state average, you will receive a report of the cultivar Ho Pirapó IPRO as well as cultivar HO Jacuí IPRO, BMX Valente RR, HO Tereré IPRO, TMG 7260 IPRO, SYN 1561 IPRO , BS 2606 and TEC IRGA 6070 RR, demonstrating the potential to maintain high productivity even under stress conditions. What is the physiological quality of the absorbed seeds, if the lowest plants and the smallest numbers of nodes produce seeds with the highest physiological quality, in which the two species located will be produced with high quality.

Keywords: Agronomic characteristics, Physiological seed quality, *Glycine max*, wetlands, research

Lista de Figuras

Figura 1. Terras baixas nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Fonte: VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995. 15

Figura 2. Variáveis agronômicas população de plantas – m² (A), altura média das plantas (B), altura média do primeiro legume (C) e número médio de nós por planta (D) verificadas para os cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR.....29

Figura 3. Número de vagens com 0, 1, 2, 3, e 4 sementes em cada planta dos cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR.....31

Figura 4. Número de vagens com 0, 1, 2, 3, e 4 sementes em cada planta dos cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR.....32

Figura 5. Distribuição (%) tamanho médio das sementes, demonstrado a partir das peneiras 5,5, 6, 6,5, 7 e 7,5, para os cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A), que apresentaram qualidade de semente e para os cultivares BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR (B), que não apresentaram qualidade de semente.....34

Figura 6. Variáveis agronômicas primeira contagem de germinação (A), porcentagem de plântulas normais (B), porcentagem de plântulas anormais (C) e porcentagem de plântulas anormais (D) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR.....36

Figura 7. Porcentagem de germinação de sementes soja provenientes dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR pós exposição ao envelhecimento acelerado.....37

Figura 8. Variáveis de (A) e massa de parte aérea (B), comprimento (C) e massa seca de raiz (D) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR.....38

Figura 9. Variáveis agronômicas população de plantas – m² (A), altura média das plantas (B), altura média do primeiro legume (C) e número médio de nós por planta (D) verificadas para os cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibrá IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR.....47

Figura 10. Variáveis agronômicas número de vagens por planta (A), número de sementes por planta (B), produção de sementes kg.ha⁻¹ (C) e peso de mil sementes – g (D) verificadas para os cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibrá IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR.....49

Figura 11. Número de vagens com 0, 1, 2, 3, e 4 sementes em cada planta dos cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibrá IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR.....52

Figura 12. Distribuição (%) tamanho médio das sementes, demonstrado a partir das peneiras 5,5.5, 6, 6.5, 7 e 7.5, para os cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibrá IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A), e para os cultivares Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR (B).....53

Figura 13. Variáveis agronômicas primeira contagem de germinação (A) e porcentagem de plântulas normais (B) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibrá IPRO e TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras.....53

Figura 14. Variáveis agronômicas primeira comprimento (A) e massa de parte aérea (B), bem como comprimento (C) e massa seca de raiz (D) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibrá IPRO e TEC IRGA 6070 RR.....54

Figura 15. Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agronômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibrá IPRO e TEC IRGA 6070 RR.....55

Figura 16. Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agronômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Bmx Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR.....65

Figura 17. Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agronômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO.....65

Figura 18. Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agronômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO.....66

Figura 19. Correlação de Pearson entre variáveis agronômicas utilizadas para determinação do desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A) quais apresentaram potencial de produção de sementes e HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO (B) quais não apresentaram.....68

Figura 20. Correlação de Pearson entre variáveis agronômicas utilizadas para determinação do desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A) HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO.....74

Figura 21. Correlação de Pearson entre variáveis agronômicas utilizadas para determinação do desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A) quais apresentaram potencial de produção de sementes e HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO (B) quais não apresentaram.....75

Lista de Tabelas

Tabela 1. Resultado da análise química do solo na área de instalação do Estudo I, município de Arambaré-RS	23
Tabela 2. Cultivares de soja com seu respectivo, ciclo médio, grau de maturidade relativo (GMR). UFPel, 2020.	24
Tabela 3. Manejo fitossanitário da cultura da soja em uma área de produção no município de Arambaré-RS.	24
Tabela 4. Análise química de um solo de uma área de produção de grãos no município de Cristal-RS.....	42
Tabela 5. Cultivares de soja com seu respectivo, ciclo médio, grau de maturidade relativo (GMR). UFPel, 2020.	43
Tabela 6. Manejo fitossanitário da cultura da soja em uma área de produção no município de Cristal-RS.....	43
Tabela 7. Análise química de solos localizados nos municípios de Arambaré-RS e Cristal-RS.....	59
Tabela 8. Cultivares de soja com seu respectivo, ciclo médio, grau de maturidade relativo (GMR). UFPel, 2020.	60
Tabela 9. Manejo fitossanitário da cultura da soja utilizada em áreas de produção de grãos nos municípios de Arambaré-RS e Cristal-RS.	61

Sumário

Agradecimentos	5
Resumo	Erro! Indicador não definido.
Abstract.....	8
Lista de Figuras.....	9
Lista de Tabelas	12
Introdução Geral.....	14
Capítulo I - Produtividade e características agronômicas sobre a qualidade de semente em onze cultivares de soja, produzidas em terras baixas.	21
Introdução	21
Materiais e Métodos.....	22
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões	39
Capítulo II - Variância de plantas e qualidade produtiva de diferentes cultivares de soja, em terras baixas	40
Introdução	40
Materiais e Métodos.....	41
Resultados e Discussão.....	46
Conclusões	56
Capítulo III - Comportamento adaptativo de onze cultivares de soja a dois locais de lavoura, em terras baixas do Sul Rio-grandense	57
Introdução	57
Materiais e Métodos.....	58
Resultados e Discussões.....	64
Conclusão	80
Considerações Finais	80
Referências Bibliográficas	81
Apêndices.....	90
Anexos.....	91

Introdução Geral

A agricultura brasileira colabora para economia do país, segundo dados do IBGE (2019), em 2019 este setor contribuiu com aproximadamente 80 bilhões de reais para o Produto Interno Bruto Brasileiro, até o último trimestre do ano. Assim, a agricultura é sobremaneira importante para o crescimento da economia do país, pois além das atividades primárias realizadas no estabelecimento agrícola, também gera divisas nos setores de transformação e de distribuição, com a geração de diversos empregos, de maneira direta e indireta.

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é atualmente o grão mais produzido no Brasil, sendo que obtém aumentos frequentes na produção nacional, atingindo a marca de 120 milhões de toneladas na safra 2018/2019 (CONAB, 2019). Esse cenário é prospectado pela grande fluidez da cultura e ao mercado internacional oscilante, principalmente pelo embate comercial entre Estados Unidos e China.

Apresenta metabolismo fotossintético C3 e tem seu centro de origem no Vale do Rio Amarelo, no norte da China (SANTOS, 2011). No Brasil foi introduzida no final do século XIX na Bahia e disseminada até a região sul do país, impulsionada pelo interesse econômico, em vista de que em sua composição possui cerca de 40-45% de proteína, 18-24% de lipídeos e 26% de carboidratos, sendo utilizada tanto na alimentação humana, como na alimentação animal (KARACA et al., 2018).

Devido aos altos preços no mercado internacional, a soja vem sendo cultivada em regiões onde antes não era, como em áreas de cultivo de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, que se caracterizam por possuírem solos hidromórficos, e são denominadas de terras baixas, as quais, do ponto de vista agrônomo são caracterizadas por apresentarem declividade máxima de 5% e com ocorrência de vertissolos, neossolos, espodossolos, Planossolos, Organossolos e Cambissolos, sendo que estas ocupam uma área de aproximadamente 2 milhões e 600 mil hectares (IRIBARREM et al., 2012), e no Rio Grande do Sul distribuídos de acordo com a figura 1.



Figura 1. Terras baixas nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Fonte: VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995.

A introdução da soja nestas áreas, em rotação de culturas com arroz e/ou pastagens possibilita incremento de renda ao produtor, além de proporcionar para as lavouras de arroz a interrupções nos ciclos de doenças, pragas e melhorias nas condições físicas e químicas dos solos (THOMAS et al., 2000), aumentando a sustentabilidade do ecossistema orizícola.

A prática de rotação de culturas entre soja e arroz irrigado tem origem ainda na década 90, porém projeta maior ênfase nos últimos dez anos. Conforme o IRGA (2017), na safra de 2009/2010 a cultura da soja ocupava cerca de 11 mil hectares das áreas de terras baixas e já na safra 2017/2018 foram semeados cerca de 297 mil hectares. No entanto, os genótipos de soja que hoje em dia estão no mercado, foram desenvolvidos para cultivo em solos

com boa capacidade de drenagem, e apesar de seu centro de origem ser áreas alagadiças na china, podem sofrer ao serem cultivados em solos hidromórficos (THOMAS e COSTA, 2010).

Os solos de terras baixas trazem consigo um obstáculo para desenvolvimento da cultura, pois além de suas características de fertilidade e gênese, o processo de sistematização realizado para a cultura do arroz, torna a área mais plana e heterogênea ao realizar recortes e reposições de solo, constituindo um agravante. Visto que áreas sistematizadas e trabalhadas sobre condições inadequadas de umidade, podem produzir horizonte superficial compactado, diminuindo a porosidade, aumentando densidade e resistência à do solo a penetração (MARQUEZAN et al., 2002).

Perfis compactados de solo são desfavoráveis em situação de déficit e saturação hídrica, pois dificultam tanto os processos de drenagem, como os de absorção de água das camadas mais profundas do solo, gerando alterações no microambiente ao redor das raízes, restringindo o seu crescimento e desenvolvimento, deste modo, reduzindo sua capacidade de absorver a água e os nutrientes as plantas (CABRAL et al., 2012), afetando a planta por completo. Segundo Ferrari (2015), o déficit hídrico em plantas de soja pode acarretar em uma menor estatura, fechamento estomático e na diminuição da taxa fotossintética, acarretando em uma menor produtividade.

Além disso, nestas áreas também é comum a ocorrência de danos em caso de saturação hídrica, ou seja, pelo excesso de água no solo, que por sua vez causa baixa disponibilidade de oxigênio para as raízes, impactando diretamente no processo de fixação biológica de nitrogênio, o qual é de extrema importância para leguminosas (BRANDELERO, 2009), além de alterar processos fotossintéticos e a produção de ATP, afetando diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas. De acordo com Mundstock et al. (2017), o alagamento do solo pode reduzir o rendimento de grãos em até 100%.

O efeito da saturação hídrica do solo sob as plantas ocorre de forma complexa, podendo apresentar maior ou menor severidade dependendo do estágio de desenvolvimento e do período de tempo em que a cultura é exposta (SCHOFFEL et al., 2001). Quando ocorre excesso de água no solo em estágios vegetativos, pode ocorrer redução do número de nós na haste

principal da planta, menor estatura de plantas (KHANTOO et al., 2012) e menor acúmulo de massa seca das plantas (FANTE et al., 2010).

Bajgain et al. (2015), observou que a cultura da soja sob condições de excesso hídrico não atinge seu máximo potencial produtivo, o qual atribuído ao menor índice de área foliar, principalmente com estresses durante o início do estágio vegetativo, acarretando em reduzido acúmulo de biomassa devido a menor altura de planta, resultando em mecanismo de captação de luz menos eficiente, gerando menor produção de acúmulo de biomassa e produção de sementes.

Além disso, de acordo com Theisen et al. (2008), em estudos com plantas de soja submetidas ao alagamento do solo no início do período reprodutivo da cultura, observaram uma redução de até 21% na produtividade de grãos, enquanto que Schoffel et al. (2001), concluiu que plantas submetidas ao excesso hídrico do solo no estágio fenológico de V6, apresentaram maior produção de grãos do que plantas que foram expostas ao alagamento durante os períodos vegetativo inicial (V2) e reprodutivos (R2, R3 e R4).

No entanto, o período em que as plantas estão mais suscetíveis ao estresse pela saturação hídrica do solo, é compreendido entre a germinação e a emergência de plantas (THOMAS E LANGUAGE, 2014), sendo que no processo germinativo, a rápida absorção de água pode levar ao rompimento físico e a deterioração da semente (SAYAMA et al., 2009), e após a emissão da raiz primária, a intensidade e o tempo de duração do estresse, que vão determinar o nível de dano causado (KOMATSU et al., 2009).

Além disso, o desencadeamento dos processos germinativos de uma semente é dependente diretamente da disponibilidade de água (ÁVILA et al., 2007), temperatura (NASCIMENTO, 2013) e oxigênio (BRASIL, 2009), frente a condições adversas a semente pode induzir dormência, ser predada por animais, ter alto gasto energético ou até mesmo desencadear o processo de germinação e não ter capacidade de formar uma plântula normal.

Destaca-se ainda que a respostas das plantas a estes estresses comuns em terras baixas, vai variar também em função do genótipo, visto que cultivares apresentam diferentes respostas ao ambiente a que são expostas, acarretando em alterações morfológicas, bioquímicas e metabólicas, que permitem maior adaptação dessas plantas ao ambiente. Após longos períodos de inundação a

planta desenvolve mecanismos para superar a apoxia ou anoxia, a partir da emissão de raízes adventícias, e formação de aerênquimas secundários (PIRES; SOPRANO; CASSOL, 2012), que são estruturas que auxiliam no transporte de oxigênio do caule para as raízes (SHIANAMURA, 2010).

De acordo com Navarro Júnior e Costa (2002), o número de legumes por planta, sementes por legume e peso de mil sementes, são os principais componentes de rendimento da soja. Schoffel et al. (2001), estudando a resposta de plantas de soja ao alagamento em diferentes estádios fenológicos, observou uma redução no número de legumes e número de sementes por legumes. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao abortamento de flores e vagens que ocorre quando as plantas são expostas a condições estressantes (KUSS et al., 2008)

Desta forma, os programas de melhoramento genético que no passado, desenvolviam cultivares com base em componentes de produção e no rendimento industrial, em função do aumento das exigências climáticas e da maior pressão de pragas e doenças, hoje são desafiados a desenvolver cultivares produtivas e com maior capacidade de enfrentar os diferentes estresses bióticos e abióticos (SILVA et al., 2016).

Segundo Zanon et al. (2015), até os anos 2000 as cultivares apresentavam, predominantemente, ciclo médio e longo, e hábito de crescimento determinado. Atualmente, o desenvolvimento de cultivares de ciclo precoce e com hábito de crescimento semi determinado e indeterminado, permite ao produtor o melhor escalonamento de semeadura e colheita, de acordo com a estrutura disponível, o possibilita o evitar cultivo em períodos com maior possibilidade de ocorrência de intempéries climáticas, de acordo com as normais climatológicas da região.

No entanto, mesmo com avanços no desenvolvimento de cultivares, para o cultivo em terras baixas, a escolha do genótipo a ser utilizado é um fator de elevada importância, em vista de que a resposta fenotípica irá variar de acordo com o ambiente em que as plantas estão sendo cultivadas (VASCONCELLOS et al., 2015). Assim, o conhecimento das respostas dos diferentes genótipos presentes no mercado aos diversos fatores bióticos e abióticos presentes em áreas de produção agrícola, é de suma importância.

Em conjunto com a menor produtividade de grãos, a qualidade da semente produzida em condições de saturação hídrica do solo, também é afetada. Ludwig et al. (2010), em estudos com 26 cultivares de soja conduzidas sob excesso hídrico, em diferentes estádios fenológicos observaram menor qualidade fisiológica da semente produzida. Segundo Pazzin et al. (2012), um período de alagamento superior a cinco dias afeta a qualidade fisiológica das sementes produzidas independente da cultivar, provocando a diminuição da germinação e do vigor, ocorrendo de forma acentuada em quando as plantas são submetidas ao alagamento no estágio fenológico de V2.

A produção de sementes com baixo potencial fisiológico, pode formar falhas na lavoura, ao não germinarem ou germinarem de maneira desuniforme. Gaudêncio et al. (1990), observaram que uma população de plantas adequada é um fator decisivo para um arranjo ideal das plantas, pois altera seu crescimento, inserção de vagens, número de ramificações e de legumes. Além de favorecer a formação de plantas dominantes e dominadas, e o surgimento de plantas voluntárias do banco de sementes, ocasionando competição direta e indireta com a cultura, por recursos abióticos.

Além de ser o principal meio de propagação da soja, a semente é insumo de alta qualidade e possibilita ao produtor acesso à tecnologia, fomentando a produção em expansão da soja e a agricultura intensiva. Além disso, a semente é considerada como o insumo agrícola de maior importância, por representar a base do processo produtivo, uma vez que leva ao campo as características genéticas das plantas a serem cultivadas (GOULART, 2009).

Ao visar altas produtividades é primordial a utilização de sementes de qualidade na implantação da lavoura (SCHUCH, 2005). Segundo França Neto, Krzyzanowski e Henning (2010), para uma semente ser considerada de alta qualidade deve apresentar excelentes caracteres fisiológicos e sanitários, assim como pureza varietal e física.

O potencial fisiológico de um lote de sementes é mensurado a partir de avaliações de germinação (viabilidade) e vigor, os quais projetam o potencial de um lote de sementes em germinar e formar plântulas normais, além de sua capacidade de armazenamento e estabelecimento inicial de plantas na lavoura (PINTO et al., 2018). Segundo Olsen (2016), sementes de maior qualidade

fisiológica formaram plantas de maior crescimento inicial até os 40 dias após a emergência, com acréscimos de 15% em área foliar.

As condições limitantes da produtividade na cultura da soja em terras baixas, já apresentadas acima, muitas vezes desestimulam produtores e empresas a investir em lavouras nessas áreas, permanecendo assim o monocultivo orizícola. A problemática, ainda ganha forças ao se planejar uma área produção de sementes de alta qualidade fisiologia nesses locais, havendo uma tendência natural das empresas de sementes de não se instalarem nessas áreas, pois de maneira geral os produtores optam por adquirir sementes produzidas nas regiões do centro e noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Desta forma, a produção de sementes de soja em terras baixas, de maneira geral, é realizada para cultivares desenvolvidas para estes locais, como a cultivar TEC IRGA 6070 RR.

De forma que, estudar a capacidade de produção de sementes de alta qualidade nestes locais é de suma importância, o presente trabalho busca responder a hipótese de que os materiais oferecidos genéticos no mercado em conjunto as principais técnicas de manejos utilizadas pelo produtor sejam capazes de produzir sementes de alta qualidade fisiológica.

O presente estudo tem como objetivo, avaliar e quantificar as divergências genéticas apresentadas por onze cultivares de soja, presentes no mercado, quanto a características agronômicas, rendimento, produtividade e qualidade de semente.

Capítulo I - Produtividade e características agronômicas sobre a qualidade de semente em onze cultivares de soja, produzidas em terras baixas.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura agrícola em constante expansão na agricultura brasileira. Segundo Freitas e Mendonça (2016), nos últimos 20 anos a soja espalhou-se até o Tocantins e a Amazônia legal, sendo prospectada uma produção de 123 milhões de toneladas de grãos para a safra 2019/2020 (USDA, 2019), o que pode ser explicado devido a necessidade de produção de alimentos, pois a cultura tem como viés a alimentação humana e animal, principalmente de aves e suínos, além da sua utilização nas indústrias de cosméticos e farmacêutica (GONDIN, 2019).

No sul do Brasil, surge uma nova fronteira agrícola, com a expansão das áreas cultivadas da soja, que dá-se de modo semelhante ao restante do país, com destaque para o cultivo em áreas tradicionalmente cultivadas com arroz irrigado, através da prática de rotação de culturas, como uma alternativa para aumentar a eficiência econômica do sistema produtivo em terras baixas pois a cultura pode romper o ciclo de doenças, pragas e plantas daninhas de difícil controle, na cultura do arroz (MARCHESAN et al., 2017).

No entanto, devido as características dos solos de terras baixas, que apresentam baixa fertilidade natural, drenagem deficiente, e formam fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento de plantas, como por exemplo, situações recorrentes de alagamento, as quais causam redução da concentração de oxigênio no solo, restringindo a respiração aeróbica das raízes (BAILEY-SERRES et al., 2012).

Desta forma, para tornar este sistema produtivo sustentável, faz-se necessário a utilização de técnicas que propiciem a adaptação da soja às condições deste ambiente, como a construções de camalhões (PARFITT et al., 2017) drenos, o uso de fertilizantes, equipamentos de semeadura e colheita adaptados (SARTORI et al., 2016) e a semeadura de cultivares adaptadas, com maior estabilidade fenotípica e o zoneamento climático (RAMALHO et al., 1993).

Atualmente existem várias cultivares com zoneamento agroclimático para as regiões do Rio grande do Sul, porém não foram desenvolvidas para as condições de solos hidromórficos. Alguns genótipos estão sendo testados para tentar suprir essa demanda (ROSSO et al., 2018), porém a variabilidade genética dessas cultivares ao interagirem com o ambiente de inundação, respondem com alterações na arquitetura, no metabolismo, e no acúmulo de biomassa (BAJGAIN et al., 2015).

Como consequência, a saturação hídrica do solo impacta diretamente nos componentes de rendimento e consequentemente na produtividade da cultura da soja cultivada em áreas de várzea. De acordo com Theisen et al. (2008), a saturação do solo no início da fase reprodutiva da soja reduz a produtividade de grãos em até 21%, além da qualidade do grão e da semente formada.

A qualidade da semente produzida e suas características genéticas, conduzirão a próxima lavoura desde seu início, a partir da uniformidade de germinação e de formar plântulas normais com homogêneo estante inicial, até o momento da colheita, sendo ela que rege a produtividade seguinte (Tunes et al., 2011).

Frente a isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de onze cultivares de soja cultivadas em terras baixas e quantificar as alterações nos seus componentes de rendimento, produtividade e qualidade de sementes produzidas.

Materiais e Métodos

Foram realizados dois estudos, sendo o Estudo I em uma área de agrícola do município de Arambaré-RS e o Estudo II conduzido em laboratório didático de análise de sementes, pertencente a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Estudo I – Desempenho de onze cultivares de soja em terras baixas

O município de Arambaré, localiza-se na região Sul do Rio Grande do Sul e está na região da Encosta do Sudeste, segundo a divisão fisiográfica do estado (FORTES, 1979), e enquadra-se na classificação climática como clima subtropical úmido (KÖPPEN, 1948). A área onde foi realizado o experimento,

localiza-se sob as coordenadas 30°53'25.87" S e 51°38'30.75" O, com altitude de 13 metros. As temperaturas mínimas e máximas do ar e médias mensais da precipitação pluviométrica da safra 2018/2019 são apresentadas na figura 1, as quais foram coletadas em estações meteorológicas pertencentes ao Instituto nacional de meteorologia (INMET) do 8° distrito de meteorologia instalado em Camaquã, distante 20,6 quilômetros do local do experimento.

Os dados de temperaturas e pluviosidades durante a condução do experimento encontram-se no anexo 1.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1999), o solo do local é classificado com um Planossolo Solódico (PLS 4) com textura média/arenosa e média/argilosa. Foi realizada a análise química de solo (Tabela 1), e posteriormente realizada a correção do solo, conforme as recomendações técnicas para a cultura da soja.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo na área de instalação do Estudo I, município de Arambaré-RS

Argila (%)	pH _{água}	Fósforo (mg dm ⁻³)	Potássio (mg dm ⁻³)	Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	M.O (%)
20%	5,25	35,6	93,9	2,1	1,0	1,4%

O delineamento experimental foi blocos casualizados, sendo compostos por 11 cultivares de soja (Tabela 2), com quatro repetições. Cada parcela composta por 4 linhas espaçadas a 0,45 metro entre linhas e com 3 metros de comprimento, sendo que as análises foram realizadas na área útil de cada parcela, a qual foi determinada como sendo 2,5 metros lineares das duas linhas centrais, totalizando 2,25 m².

A semeadura foi realizada o 23 de novembro de 2018, sobre sistema de plantio convencional, na densidade de 13,3 sementes por metro linear, na profundidade de 5 centímetros, as sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e o tratamento das sementes foi realizado com Tiametoxam, na dose de 200 ml.100 kg de sementes⁻¹, Fipronil na dose 100 ml.100 kg de sementes⁻¹ e + Metalaxil-M + Fludioxonil + Tiabendazol na dose de 100 ml.100 kg de sementes⁻¹.

Tabela 2. Cultivares de soja com seu respectivo, ciclo médio, grau de maturidade relativo (GMR). UFPel, 2020.

Cultivar	GMR	Ciclo Médio (dias)	Hábito de Crescimento
HO Amambay IPRO	5.8	117-130	Indeterminado
HO Jacuí IPRO	5.9	119-132	Indeterminado
HO Buricá IPRO	6.4	118-132	Indeterminado
HO Pirapo IPRO	6.4	118-132	Indeterminado
HO Terere IPRO	6.6	122-128	Indeterminado
BMX Fibra IPRO	6.4	136	Indeterminado
BMX Valente RR	6.7	140	Indeterminado
TMG 7260 IPRO	6.0	125-132	Indeterminado
BS 2606 IPRO	6.0	128	Indeterminado
SYN 1561 IPRO	6.1	130	Indeterminado
TEC IRGA 6070 RR	6.3	132	Indeterminado

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados tratamentos fitossanitários de acordo com recomendação técnica, observando a incidência de pragas e doenças, Os produtos utilizados nas doses recomendados pelos fabricantes, as quais estão descritos na tabela 3. A colheita manual ocorreu quando as plantas atingiram estágio de desenvolvimento R8 e apresentaram umidade de aproximadamente 14%. Após a colheita, as plantas foram levadas a um galpão do departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas para avaliação dos componentes de rendimento e posteriormente debulhadas manualmente.

Tabela 3. Manejo fitossanitário da cultura da soja em uma área de produção no município de Arambaré-RS.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Dose (p.c /ha)	Ação
Fox	Trifloxistrobina + Protiococonazol	400 mL	Fungicida
Elatus	Azoxistrobina + Benzavidiflupir	200 g	Fungicida
Nomolt	Teflubenzuron	150 mL	Inseticida
Certeiro	Triflumetorol	50 mL	Inseticida
Connect	Beta-ciflutrina + Imidacloprido	1000 mL	Inseticida

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

População de plantas

Foi contado o número de plantas por metro quadrado dentro da área útil de cada parcela sendo coletadas cinco amostras de forma aleatória e os resultados expressos em plantas por metro quadrado.

Altura média de plantas

Foi obtida pela mensuração da planta desde a base do solo até o ápice da planta, com o auxílio de uma régua graduada, em cada unidade experimental foram mensuradas dez plantas. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

Altura da inserção primeiro legume

Foi obtida a partir da colocação de uma régua graduada ao lado de cada planta para mensurar altura em centímetros, o ponto zero sendo posto na base do solo e a leitura ocorrendo no ponto de inserção do primeiro legume. Avaliou-se dez plantas em cada unidade experimental. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

Número de nós por planta

Foram contados manualmente, todos os nós presentes na haste principal de dez plantas, desde a base até o ápice.

Número de legumes por planta

Foram contados e retirados todos os legumes das 10 plantas avaliadas.

Número de sementes por planta

Após os legumes serem destacados das plantas, foram abertos manualmente e classificados conforme o número de sementes por legume em cada planta.

Peso de mil sementes (PMS)

Foram separadas 8 amostras de 100 sementes. A separação ocorreu acaso e foram contadas com auxílio de contador manual. Os resultados foram expressos em gramas (g) (BRASIL, 2009).

Classificação em peneiras

As sementes obtidas por meio da colheita manual foram beneficiadas visando retirar as sujidades e então submetidas ao teste de retenção de peneiras, o qual consistiu em pesar 500g de sementes de cada repetição dos

blocos, submetendo-as à passagem por um conjunto de peneiras de furos redondos de diferentes diâmetros: 7mm a 5,5 mm e fundo falso. As quantidades retidas em cada peneira foram pesadas individualmente e foi determinado o valor percentual.

Produção de sementes por hectare

Os resultados foram obtidos através da colheita manual da área útil de cada parcela, e expressos em kg/ha.

As sementes foram armazenadas pelo período de quatro meses em câmara fria, sob condições ideais de armazenagem para a cultura.

No laboratório, foram realizadas as seguintes avaliações:

Teste Tetrazólio

As sementes foram embebidas por um período de 16 horas a 25°C em papel para germinação previamente umedecido, e posteriormente foram submersas em copo plástico contendo solução de sal tetrazólio diluído em água destilada em uma relação de 0,1%, durante 8 horas sem luz, na temperatura de 35°C em BOD. Posteriormente as sementes foram cortadas transversalmente com auxílio de lâmina de corte, para avaliação da viabilidade destas que foram classificadas como viáveis e não viáveis, em função do aparecimento da coloração vermelho carmim no embrião da semente (BRASIL, 2009). Foram avaliadas duas repetições com 50 sementes de cada unidade experimental, em cada cultivar.

Estudo II – Qualidade fisiológica de sementes de seis cultivares de soja cultivadas em terras baixas

Com os dados obtidos no teste de tetrazólio, as cultivares HO Jacuí, HO Terere, BMX Fibra, BMX Valente, TEC IRGA 6070 e TMG 7062 que apresentaram mais que 80% de viabilidade, foram submetidas as seguintes análises:

Germinação (G)

Foram utilizadas quatro repetições, constituídas por quatro subamostras de 50 sementes, semeadas manualmente em papel para germinação previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, a temperatura de 25 °C. As contagens foram realizadas após oito dias da semeadura e classificadas entre plântulas normais, anormais e

sementes mortas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Em conjunto com o teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem da germinação, sendo a contagem realizada aos cinco dias após a montagem do teste.

Comprimento de plântulas

O comprimento de plântulas foi obtido pelo método descrito por NAKAGAWA (1999). Foram utilizadas quatro subamostras de 20 sementes por repetição, as sementes foram dispostas no terço superior no sentido longitudinal do papel, de forma intercalar a primeira e a segunda fileira, de 10 sementes. Os rolos procedimento foram encaminhadas ao germinador regulado na temperatura de 25°C. Ao quinto dia, se escolheu 15 plântulas normais aleatoriamente e realizou-se a mensuração do comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento da raiz (CR) com ajuda de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros.

Massa seca de plântulas

As plântulas obtidas a partir da mensuração do comprimento, foram utilizadas 15 plantas por repetição, e separadas em parte área e parte radículas com auxílio de bisturi e colocadas em sacos de papel e encaminhados a estufa a temperatura de 70°C até obtenção de massa constante, pesadas em balança de precisão e os resultados foram expressos em gramas.

Os dados obtidos foram submetidos a análise da variância (ANOVA) pelo nível de 5% de probabilidade, e as variáveis que apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, foram comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade e os gráficos foram construídos com o auxílio do programa sigmaplot.

Resultados e Discussão

Estudo I – Desempenho de onze cultivares de soja em terras baixas

A partir dos resultados obtidos, pode-se observar na tabela 2 e nas figuras 1 a 3 que os diferentes genótipos interagiram com o ambiente, expressando diferenças significativas entre si, em seus componentes de rendimento.

Destaca-se que foram semeados o mesmo numero de sementes por metro quadrado para ambas cultivares, todas com índices de germinação e vigor similares e a cultivar HO Jacuí IPRO apresentou população de plantas estabelecida significativamente maior que a cultivar TMG 7260, além da menor altura média de plantas, uma das menores alturas de inserção do primeiro legume e um dos menores número médio de nós por planta (Figura 2 A, B, C e D), expressando características do seu potencial genético e adaptativo, principalmente ao ser comparada com a cultivar TEC IRGA 6070 RR, a qual apresentou altura média de plantas, número de nós por plantas e altura de inserção do primeiro legume significativamente superior a cultivar HO Jacuí (Figura 2 B, C e D).

A cultura da soja apresenta grande similaridade entre cultivares, devido a perda da diversidade vegetal, segundo Rinaldi et al. (2007), e Torres et al. (2015), o melhoramento genético da soja ao longo dos anos trocou cultivares rústicas por cultivares com base genética estreita, ou seja, melhoradas e com menor variabilidade genética, dificultando a maior adaptabilidade do material a condições de estresse. Desta forma, identificar cultivares com grande variabilidade genética entre si, em mesmas condições de produção, pode constituir ferramenta para o melhoramento genético, que visa ampliar a aptidão dessas cultivares.

Outras cultivares também obtiveram comportamento destoante, como a TMG 7260 IPRO que apresentou uma redução significativa na população de plantas, e no números médio de nós por planta junto com a cultivar HO Jacuí (Figura 2A,C). E a cultivar BMX Valente RR que apresentou uma das maiores alturas de inserção do primeiro legume (Figura 2C). Entretanto, não pode-se concluir que o efeito foi somente genético, pois o cultivo de soja em terras baixas, mesmo em anos com chuvas bem distribuídas ao longo da estação de crescimento, expõe as plantas a situações hídricas estressantes, devido à baixa capacidade de armazenamento de água desses solos (ROCHA et al., 2017), e a difícil drenagem (ROSSO et al., 2018).

O manejo realizado na condução da lavoura interagindo com ambiente e planta refletirá na produtividade (CRUZ et al., 2016). Deste modo, o sistema de plantio convencional utilizado neste experimento, pode ter contribuído negativamente para os resultados encontrados, pois a intensa movimentação

do solo proporcionou a exposição do mesmo a intemperes climáticas, o que pode ser observado no apêndice 1.

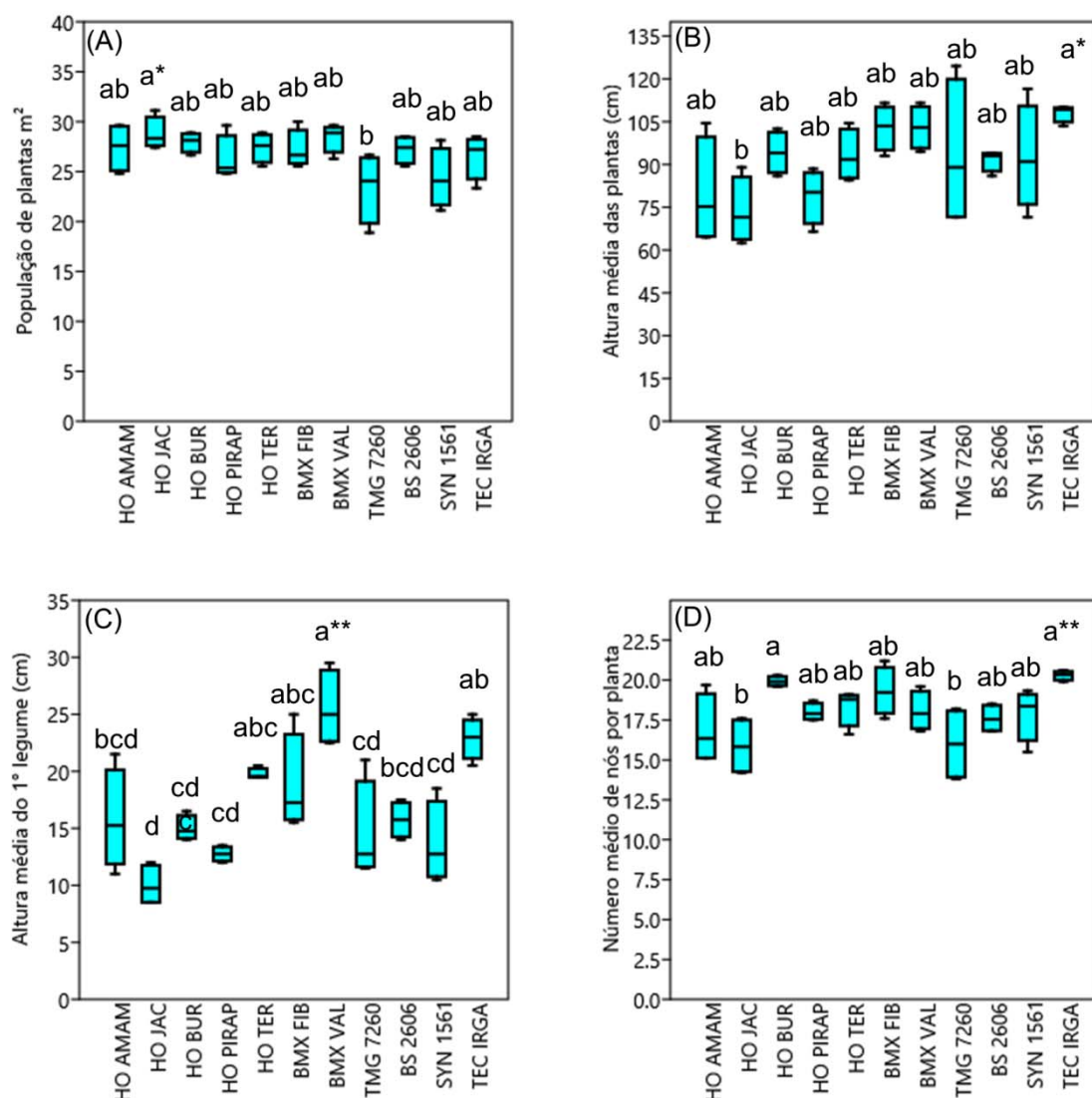


Figura 2. Variáveis agrônômicas população de plantas – m² (A), altura média das plantas (B), altura média do primeiro legume (C) e número médio de nós por planta (D) verificadas para os cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Outro viés a ser considerado, são as diferentes densidades de plantas estabelecidas entre as cultivares, pois esse fator contribui no comportamento da planta, alterando a competição inter e intra-específica por recursos, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas

nas plantas (ARGENTA et al., 2001). Por exemplo, segundo Ribeiro et al., (2016) altura e a inserção do primeiro legume em plantas de soja são maiores com o aumento do número de plantas na linha. Porém a fitomassa seca de plantas encontrada nas plantas de menores densidades foi superior, demonstrando um possível comportamento compensatório.

De acordo com Bajgain et al. (2015), uma medida para obter altas produtividades em áreas propensas a inundação, é a utilização de uma população maior de plantas. Entretanto, observou-se que a cultivar HO Jacuí IPRO apresentou a maior população e uma das menores produtividades (Figura 3C), do que a cultivar HO Pirapó, que apresentou a maior produtividade frente a cultivar. Concordando com Ribeiro et al., (2016) que em estudos concluiu que maior massa de mil grãos é encontrada em maiores populações, embora isso não se reflita em maior produtividade, pois existe uma tendência de compensação produzindo menor número de legumes por planta.

Em Navarro Júnior e Costa (2002), o número de legumes por planta, sementes por legume e peso de mil sementes, são os principais componentes de rendimento da soja. Para as variáveis número de sementes por planta e número de legume por planta, não se apresentou diferenças significativas entre as cultivares. Enquanto que peso de mil sementes apresentou diferenças discrepantes entre as cultivares (Figura 3D), porém a cultivar com maior diferença significativa BMX Valente RR das demais, não apresentou maior produtividade, ou seja, não houve relação entre peso de mil grãos e produção da cultura, como esperado. Segundo Coelho et al., (2019a) em estudos ao analisar as variáveis número de vagens, número de grãos, peso de mil grãos e produtividade não encontrou interações significativas entre as doses de Si e os cultivares testados, concordando com esse estudo, demonstrando a complexidade dos componentes de rendimento e a importância da resposta genética da cultivar frente ao fator limitante da produtividade. Concordando com Navarro Júnior e Costa (2002) que concluiu que o peso médio dos grãos é uma característica determinada geneticamente, e influenciada pelo ambiente.

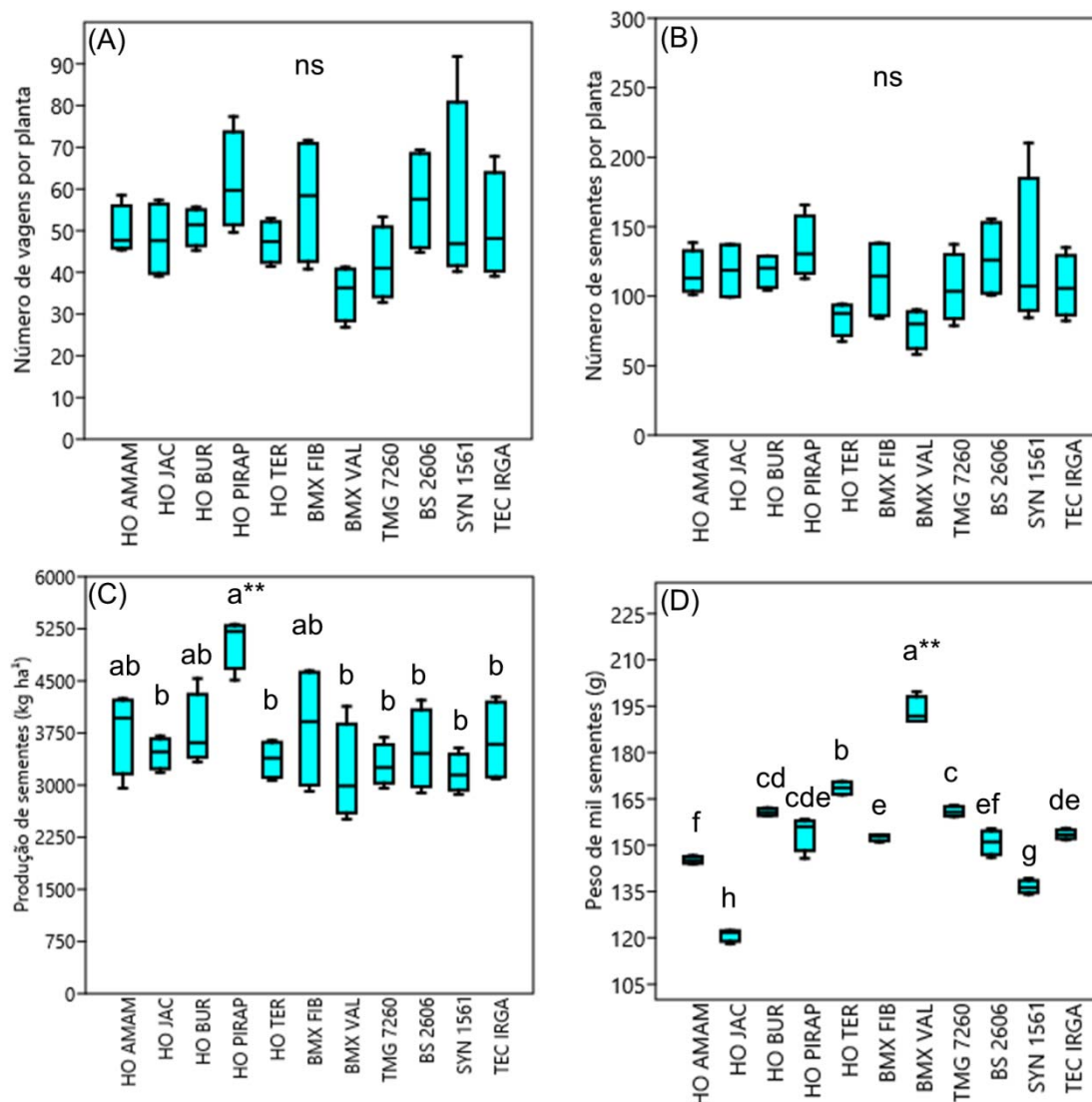


Figura 3. Número de vagens com 0, 1, 2, 3, e 4 sementes em cada planta dos cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

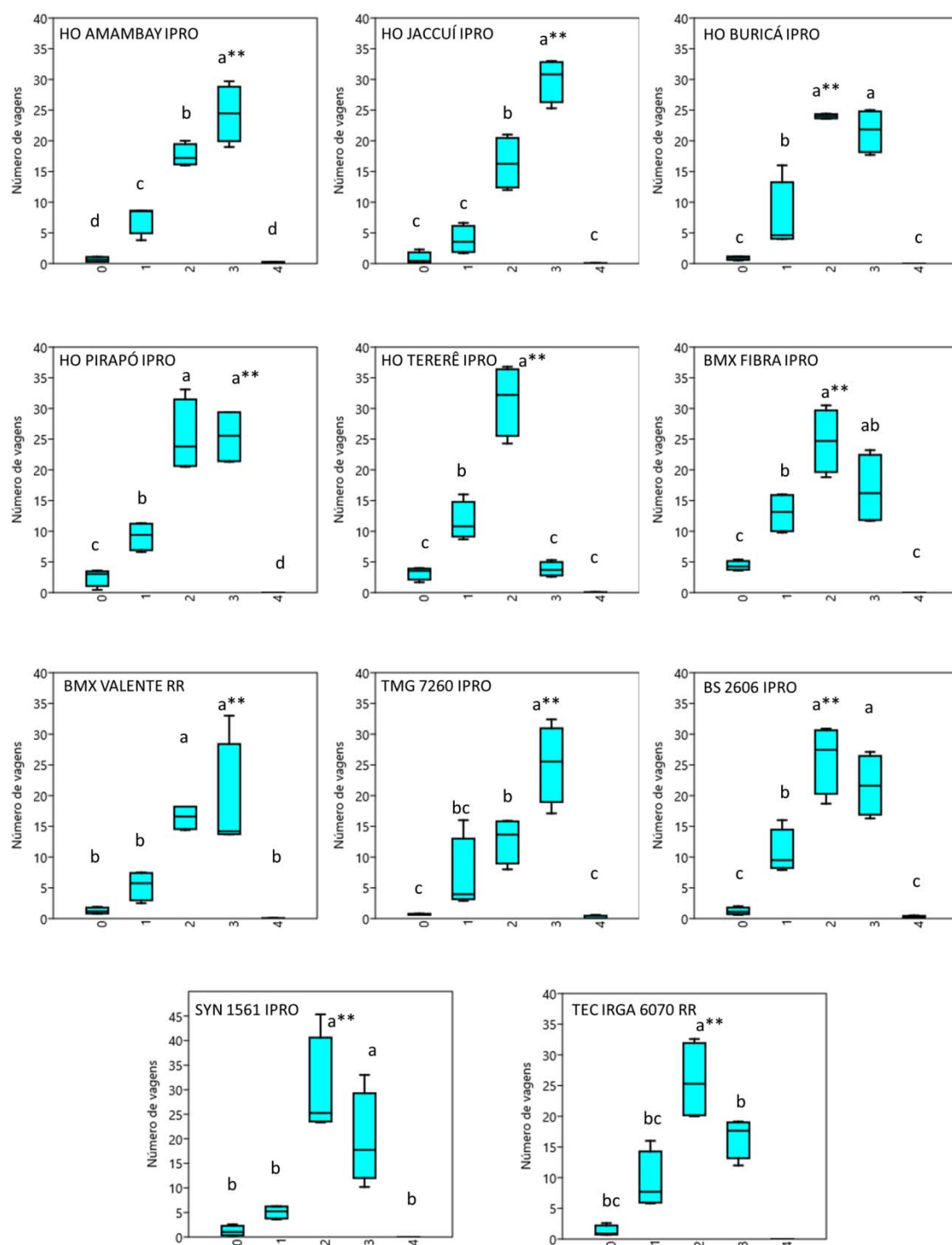


Figura 4. Número de vagens com 0, 1, 2, 3, e 4 sementes em cada planta dos cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibrá IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se também, que foi encontrado relação entre tamanho de sementes e peso de mil grãos produzido, visto que as cultivares que apresentam maior peso de mil sementes, ficaram retidas em peneiras superiores (Figura 4A,B). Corroborando com Pazzin (2012), que ao estudar produção de sementes de soja sob condições de saturação hídrica do solo, observou a mesma tendência entre as duas variáveis e, contrariando os resultados obtidos por Peripolli et al. (2019), que observou que sementes menores produzem grãos com maior peso de mil grãos.

Para a variável número de sementes por vagens (Figura 4), de maneira geral as cultivares apresentaram maior número de vagens com duas ou três sementes. Segundo Bárbaro (2006), os fatores que afetam o número de sementes por vagens são o ciclo da cultivar e altura da planta na maturidade, já em Menegaz (2014) conclui-se que número de sementes por legumes apresenta resposta negativa com o aumento da densidade, ambos os resultados não são encontrados no presente estudo.

Estudo II – Qualidade fisiológica de sementes de seis cultivares de soja cultivadas em terras baixas

Após o teste previo de tetrazólio obtendo-se dois grupos de cultivares, o primeiro que composto pelas cultivares que apresentaram potencial de produção de sementes, ou seja, as que obtiveram o mínimo de viabilidade exigido para serem comercializadas, como sementes: HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR, chamado grupo A, e outro, por aquelas que não obtiveram: HO Amambay IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO, o grupo B. Tais, diferiram entre si em diversas situações, demonstrando um possível padrão de comportamento de cultivares sobre a qualidade de semente produzida.

Pode-se observar que as cultivares do grupo A (Figura 5A), apresentaram maior retenção nas peneiras 6 e 6,5, demonstrando um padrão de sementes de maior qualidade e o comportamento não sendo encontrado nas sementes do grupo B (Figura 5B).

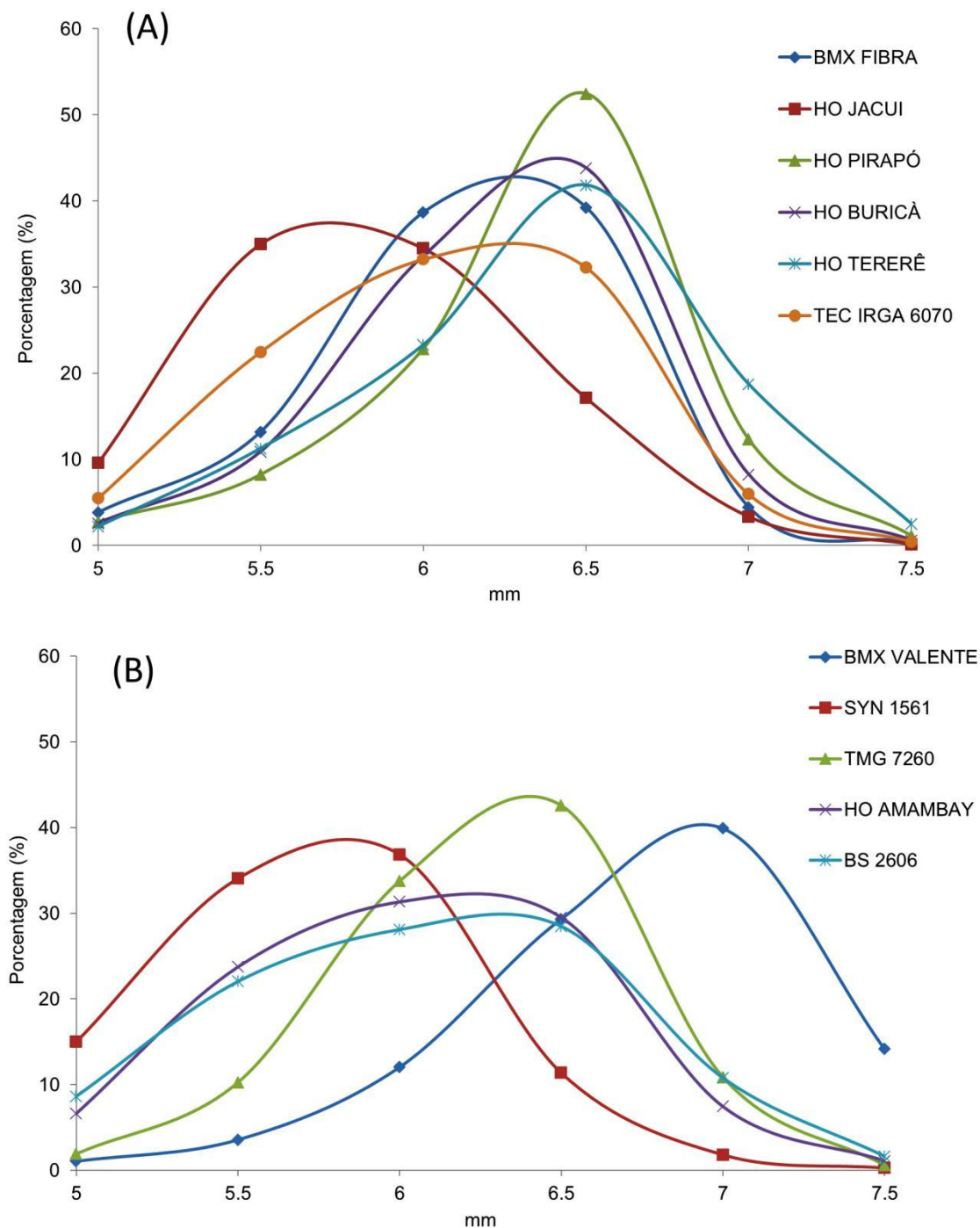


Figura 5. Distribuição (%) tamanho médio das sementes, demonstrado a partir das peneiras 5, 5.5, 6, 6.5, 7 e 7.5, para os cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A), que apresentaram qualidade de semente e para os cultivares BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR (B), que não apresentaram qualidade de semente.

No entanto, houve uma exceção no grupo A, a cultivar HO Jacuí IPRO, que apresentou maior retenção em peneira 5,0 e a ser uma das cultivares com maior qualidade fisiológica (6), contradizendo o senso comum entre produtores, comunidade científica e indústria, que sementes maiores possui melhor desempenho que sementes menores em relação à germinação e vigor, devido

apresentarem maior acúmulo de reservas. Por exemplo, Pádua et al. (2010), que em estudos concluíram que sementes maiores (7 mm) obtêm maiores porcentagens de germinação e vigor.

Além disso, o fato da cultivar HO Jacuí IPRO possuir sementes menores e qualidade fisiológica, pode estar relacionado ao fato de que sementes menores tem maior eficiência em absorção da água e maior velocidade de emergência de plântulas, o que estaria interligado com a velocidade nos processos de germinação e de embebição de água, provendo vantagens a sementes menores (MARCOS FILHO, 2015).

Corroborando, com essa análise diversos estudos apontam que sementes maiores não são sinonimo de desempenho superior, por exemplo em Matias e (2018), que observaram que as sementes de maior rendimento se encontram em peneiras intermediarias com tamanho entre 6 a 6,5 mm. Ademais, de acordo com Ávila (2008), em estudos com a cultivar M-SOY 6101 semeada com sementes de retenção em peneira 7,0 mm apresentou incremento de 576 kg ha⁻¹ que sementes com retenção em peneira 5,5 mm, enquanto que a variedade M-SOY 8008 RR mostrou comportamento inverso, onde a sementes com retenção em peneira 5,5 mm, conferiu 154 kg ha⁻¹ a mais que as sementes com retenção em peneira 7,0 mm. Demonstrando-se assim, a importância da interação da cultivar com o ambiente na formação de um fenótipo produtivo.

Com base nos testes de germinação (Figura 6), envelhecimento acelerado (Figura 7), pode-se inferir que as cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO e HO Pirapó IPRO obtiveram melhores desempenho em qualidade fisiológica de sementes. Segundo AOSA (2009), aspectos bioquímicos como ácidos nucleicos, carboidratos, proteínas e lipídeos, relacionados com a atividade celular, integridade das membranas celulares e com transporte, e utilização das substâncias de reserva são diretamente responsáveis pela atribuição de vigor.

Ainda no teste de germinação a cultivar BMX Fibra IPRO e HO Tereré IPRO diferenciaram-se da cultivar TEC IRGA 6070 RR, que além apresentar o maior índice de sementes mortas, teve uma das maiores médias de plântulas anormais. A ocorrência de chuvas ocorrida anteriormente a colheita, pode justificar a diferença entre a produção de plântulas anormais e mortas, por

ocasionar a deterioração de sementes e a sensibilidade a incidência de patógenos ser variável conforme a cultivar (ALI; RAHMAN; AHAMADD, 2014).

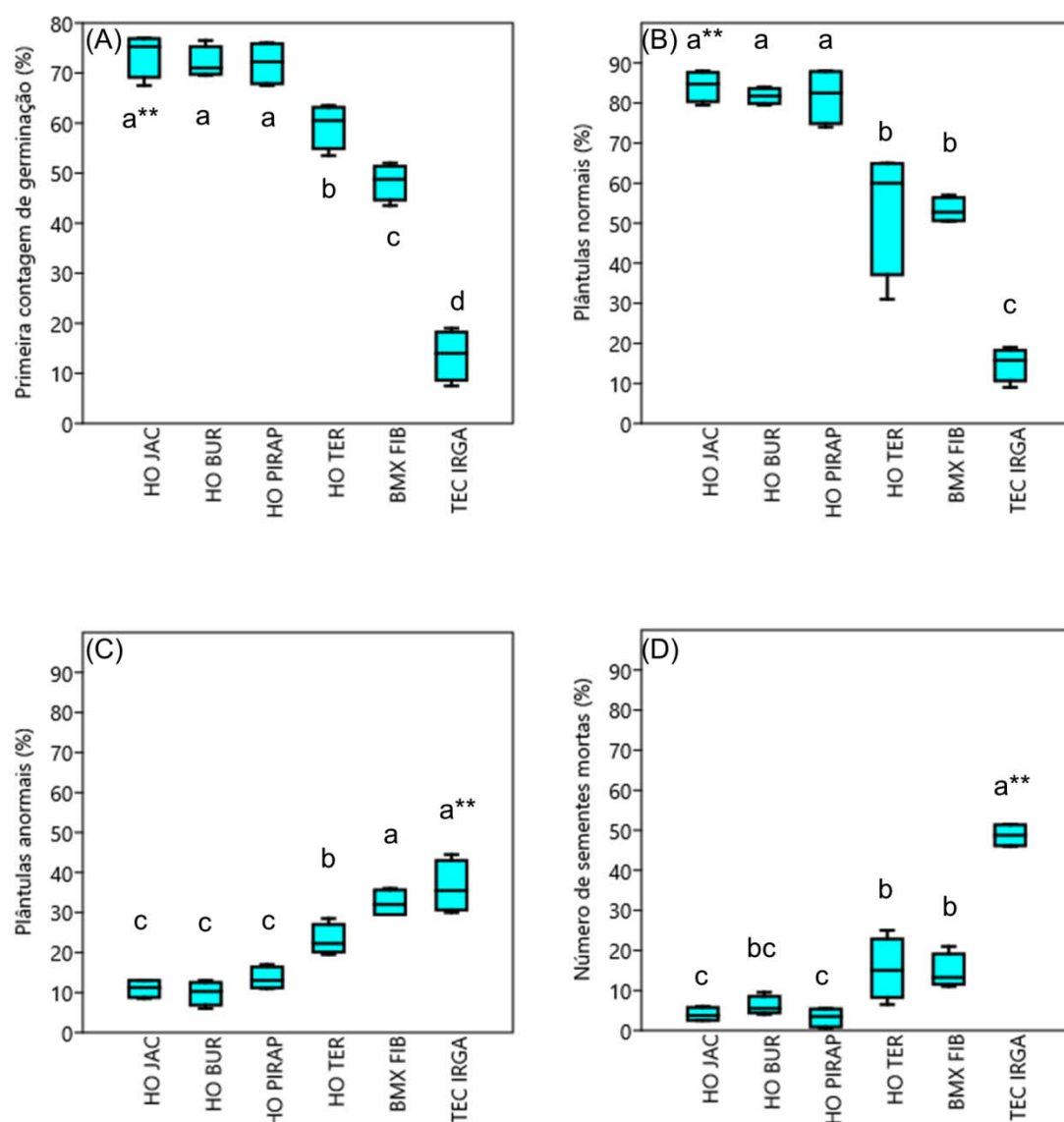


Figura 6. Variáveis agrônômicas primeira contagem de germinação (A), porcentagem de plântulas normais (B), porcentagem de plântulas anormais (C) e porcentagem de plântulas anormais (D) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibrá IPRO e TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

A baixa germinação devido a plântulas anormais e mortas, podem provocar população de plantas abaixo do ideal o que segundo Balbinot et al.,

2016, aumenta o período de fechamento da interlinhas, arquitetura de plantas, severidade de doenças e produtividade das culturas.

No teste de envelhecimento acelerado (Figura 7), o comportamento das cultivares foi semelhante ao teste de germinação, exceto a cultivar BMX Fibra IPRO que apresentou melhor desempenho no teste de envelhecimento, possivelmente devido a um processo de dormência decorrente do período de armazenamento, visto que um dos mecanismos de sobrevivência de uma semente é entrar em dormência induzida ao não encontrar condições ideais de germinação, o que foi proporcionado a todas as sementes logo após a colheita (MARCOS FILHO, 2005). O teste de envelhecimento então ao proporcionar um estresse de altas temperaturas e umidade pode ter quebrado esse período de espera das sementes até as condições ideais serem apresentadas.

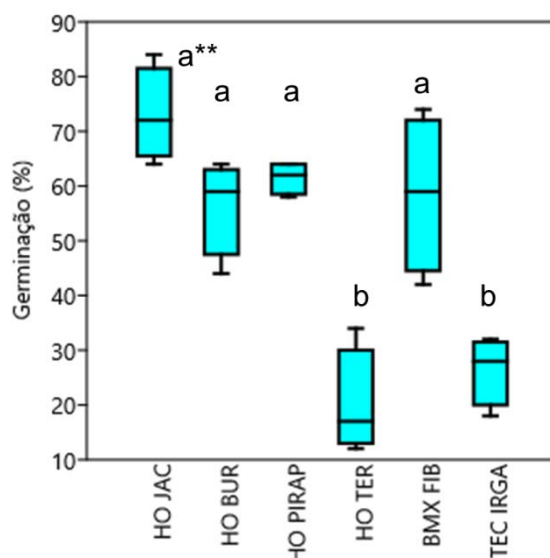


Figura 7. Porcentagem de germinação de sementes soja provenientes dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR pós exposição ao envelhecimento acelerado. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Para a variável massa seca da parte aérea (Figura 8B), não houve diferença significativa, enquanto que para a massa seca de raiz (Figura 8D), a cultivar HO Fibra IPRO mostrou significativos incrementos frente as demais. Segundo Merotto Júnior (1999), a lenta emergência pode determinar crescimento reduzido da parte aérea e do sistema radicular, acarretando em

menor capacidade de competição por água, luz e nutrientes. Nesse contexto, a diferença no crescimento inicial das plantas é significativa até o final do ciclo, pois não é possível de ser recuperada ao longo do crescimento, resultando em menor potencial de crescimento.

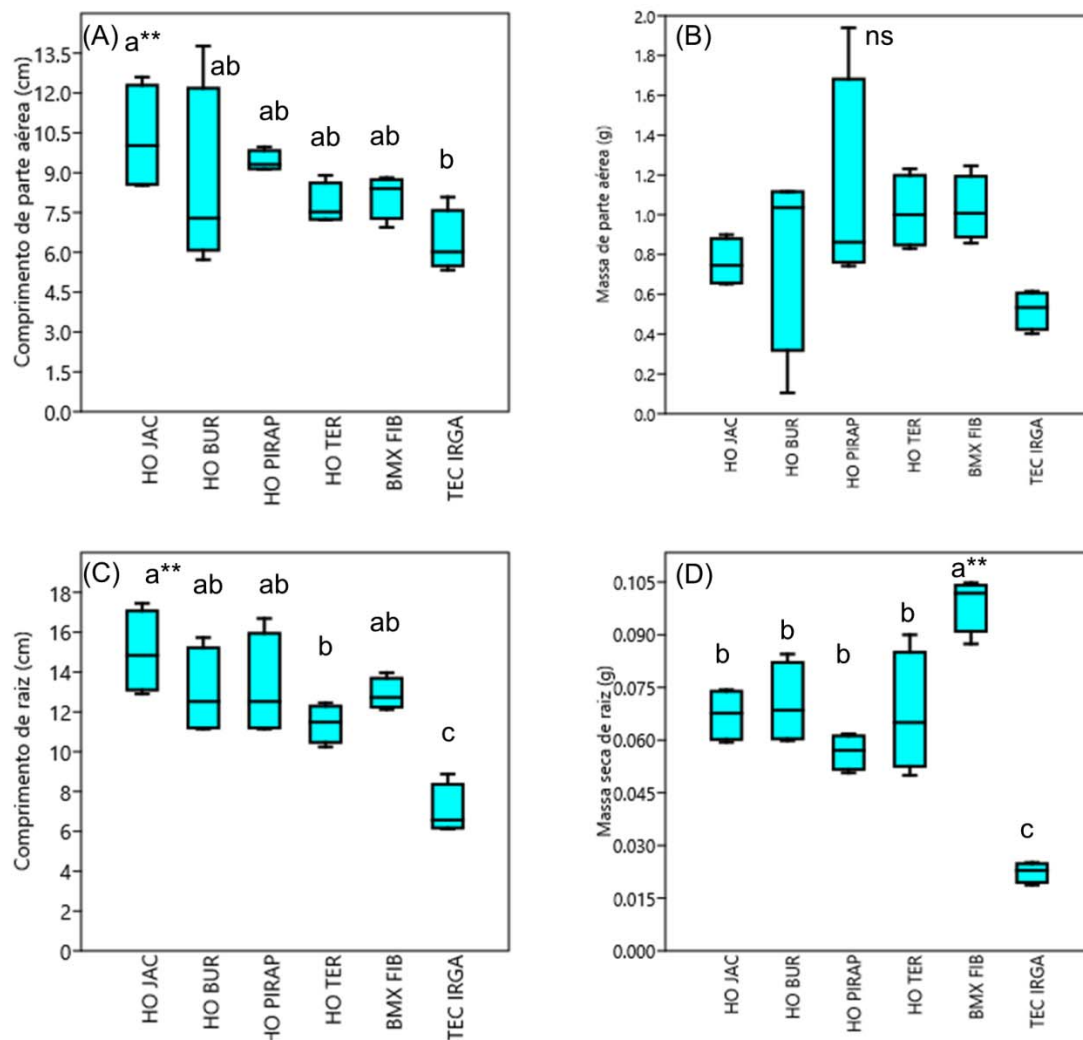


Figura 8. Variáveis de (A) e massa de parte aérea (B), comprimento (C) e massa seca de raiz (D) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Além disso, a cultivar TEC IRGA 6070 RR apresentou uma redução significativa no crescimento radicular (Figura 8A), além de um menor comprimento da parte aérea em relação da cultivar HO Jacuí IPRO. Uma possível observação entre as cultivares citadas seria a dificuldade de

adaptação a terras baixas, pois segundo Ferrari et al. (2015), a diminuição da parte aérea, redução do potencial hídrico foliar e fotossintético, aceleração da senescência e abscisão das folhas, podem ser sintomas de estresse hídrico.

Conclusões

A cultivar Ho Pirapó IPRO apresentou superior produtividade frente as cultivares HO Jacuí IPRO, BMX Valente RR, HO Tereré IPRO, TMG 7260 IPRO, SYN 1561 IPRO, BS 2606 e TEC IRGA 6070 RR, demonstrando potencial de manter altas produtividades mesmo em condições de estresse.

As cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO e HO Pirapó IPRO diferiram das demais cultivares analisadas em relação a qualidade fisiológica de sementes produzidas, demonstrando-se aptas a essas condições de cultivo.

Capítulo II - Variância de plantas e qualidade produtiva de diferentes cultivares de soja, em terras baixas

Introdução

As plantas vivem em ambientes com mudanças ambientais constantes, que muitas vezes são desfavoráveis ou estressantes para o seu crescimento e desenvolvimento. A ocorrência de estresses abióticos, onde condições ambientais desfavoráveis como temperaturas elevadas, seca e alagamento afetam a adaptação das plantas a determinados locais e limitam a produtividade das culturas agrícola, ameaçando a segurança alimentar da população mundial (Zhu, 2016).

A soja (*Glycine max* L. Merrill), que por possuir em sua composição cerca de 40% de proteína, 20% de gordura e 26% de carboidratos, vem sendo utilizada tanto na alimentação humana, como na alimentação animal (KARACA et al., 2018) e embora seja a cultura mais produzida no Brasil, a cada ano apresenta expansão na área cultivada, em virtude da alta rentabilidade proporcionada ao produtor (CONAB, 2019).

Em virtude da expansão do cultivo da soja no Brasil, visando aumentos na área de produção, a cultura ganha espaço em terras baixas, que são áreas alagadiças tradicionalmente cultivadas com gramíneas, como a cultura do arroz e pastagens. Segundo IRGA (2019) na safra 2018/2019 foram semeados 320 mil hectares de soja nessas áreas, porém esse processo de avanço sobre um ambiente exige esforços adaptativos a cultura e das práticas culturais que serão utilizadas na tentativa de superar as condições limitantes da produtividade.

Devido as características do solo, as terras baixas apresentam características desfavoráveis a cultura da soja, principalmente por apresentarem, em geral, solos de baixa fertilidade natural e com compactação da camada superficial, dificultando a penetração das raízes e absorção de nutrientes necessários para seu bom desenvolvimento (MARQUEZAN et al., 2017). Outro viés da compactação dos solos, é a impermeabilidade formada, que dificulta o processo de drenagem da área e forma um terreno alagadiço, além de apresentar baixa capacidade de armazenamento de água. Segundo

Sartori (2015) práticas de adequação do solo por meio de camalhões, escarificações e semeadoras equipadas, podem diminuir os impactos causado pelas características destas áreas.

No entanto, o potencial de rendimento da soja também é determinado por fatores genéticos (HEIFFIG et al., 2006), que ao interagir com os diferentes ambientes, resultará em diferentes fenótipos. Segundo Pazzini (2012) as cultivares recomendadas para estas áreas apresentam as mesmas características que as demais, e um incremento de tolerância ao alagamento, visto que não foram desenvolvidas para essa situação. Porém programas de melhoramento vem sendo desenvolvidos a fim de produzir cultivares mais bem adaptadas e produtivas (BADINELLI et al 2015), o que segundo Thomas, Pires e Manenezes (2000) é de suma importância visto que cultivares mais adaptadas podem evitar reduções drásticas de rendimento.

Frente a isto, o presente estudo tem como objetivo analisar o desempenho de onze cultivares de soja em terras baixas, assim como a qualidade física e fisiológica das sementes produzidas.

Materiais e Métodos

Foram realizados dois estudos, sendo o estudo I realizado em uma área de produção de grãos do município de Cristal-RS e o estudo 2 conduzido em laboratório didático de análise de sementes, pertencente a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Estudo I – Desempenho de onze cultivares de soja em terras baixas

O município de Cristal, localiza-se na região Sul do Rio Grande do Sul e está na região da Encosta do Sudeste, segundo a divisão fisiográfica do estado (FORTES, 1979), e enquadra-se na classificação climática como clima subtropical úmido (KÖPPEN, 1999). A área onde foi realizado o experimento, localiza-se sob as coordenadas 30°57'10.27" S e 52°3'27.37" O, com altitude de 30 metros. As temperaturas mínimas e máximas do ar e médias mensais da precipitação pluviométrica da safra 2018/2019 são apresentadas na figura 1, as quais foram coletadas em estações meteorológicas pertencentes ao Instituto

nacional de meteorologia (INMET) do 8º distrito de meteorologia instalado em Camaquã, distante 20,6 quilômetros do local do experimento.

Os dados de temperaturas e pluviosidades durante a condução do experimento encontram-se no anexo 1.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1999), o solo é um Planossolo Solódico (PLS 4) com textura média/arenosa e média/argilosa. Foi realizada a análise química de solo (Tabela 4), e posteriormente realizada a correção do solo, conforme as recomendações técnicas para a cultura da soja.

Tabela 4. Análise química de um solo de uma área de produção de grãos no município de Cristal-RS.

Argila (%)	pH _{água}	Fósforo (mg dm ⁻³)	Potássio (mg dm ⁻³)	Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	M.O (%)
20%	5,51	11,7	8,1	2,9	1,4	2,4%

O delineamento experimental foi blocos casualizados, sendo compostos por 11 cultivares de soja (Tabela 5), com quatro repetições. Cada parcela composta por 4 linhas espaçadas a 0,45 metro entre linhas e com 3 metros de comprimento, sendo que as análises foram realizadas na área útil de cada parcela, a qual foi determinada como sendo as duas linhas centrais, totalizando 2,70 m².

A semeadura foi realizada em 23 de novembro de 2018, sobre sistema de plantio convencional, na densidade de 10,1 sementes por metro linear, na profundidade de 5 centímetros, as sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e o tratamento das sementes foi realizado com Tiametoxam, na dose de 200 ml.100 kg de sementes⁻¹, Fipronil na dose 100 ml.100 kg de sementes⁻¹ e + Metalaxil-M + Fludioxonil + Tiabendazol na dose de 100 ml.100 kg de sementes⁻¹. Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados tratamentos fitossanitários de acordo com recomendação técnica, observando a incidência de pragas e doenças, Os produtos utilizados nas doses recomendados pelos fabricantes, as quais estão descritos na tabela 6. A colheita manual ocorreu quando as plantas atingiram estágio de desenvolvimento R8 e apresentaram umidade de aproximadamente 14%.

Após a colheita, as plantas foram levadas a um galpão do departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas para avaliação dos componentes de rendimento e posteriormente debulhadas manualmente.

Tabela 5. Cultivares de soja com seu respectivo, ciclo médio, grau de maturidade relativo (GMR). UFPel, 2020.

Cultivar	GMR	Ciclo Médio (dias)	Hábito de Crescimento
HO Amambay IPRO	5.8	117-130	Indeterminado
HO Jacuí IPRO	5.9	119-132	Indeterminado
HO Buricá IPRO	6.4	118-132	Indeterminado
HO Pirapo IPRO	6.4	118-132	Indeterminado
HO Terere IPRO	6.6	122-128	Indeterminado
BMX Fibra IPRO	6.4	136	Indeterminado
BMX Valente RR	6.7	140	Indeterminado
TMG 7260 IPRO	6.0	125-132	Indeterminado
BS 2606 IPRO	6.0	128	Indeterminado
SYN 1561 IPRO	6.1	130	Indeterminado
TEC IRGA 6070 RR	6.3	132	Indeterminado

Tabela 6. Manejo fitossanitário da cultura da soja em uma área de produção no município de Cristal-RS.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Dose (p.c /ha)	Ação
Fox	Trifloxistrobina + Protiocanazol	400 mL	Fungicida
Elatus	Azoxistrobina + Benzavidiflupir	200 g	Fungicida
Nomolt	Teflubenzuron	150 mL	Inseticida
Certeiro	Triflumurom	50 mL	Inseticida
Connect	Beta-ciflutrina + Imidacloprido	1000 mL	Inseticida

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

População de plantas

Foi contado o número de plantas por metro quadrado dentro da área útil de cada parcela sendo realizada a coleta de 5 amostras aleatórias, e os resultados foram expressos em plantas por metro quadrado.

Altura média de plantas

Foi obtida pela mensuração da planta desde a base do solo até o ápice da planta, com o auxílio de uma régua graduada, em cada unidade experimental foram mensuradas dez plantas. E os resultados expressos em centímetros (cm).

Altura da inserção primeiro legume

Foi obtida a partir da colocação de uma régua graduada ao lado de cada planta para mensurar altura em centímetros, o ponto zero sendo posto na base do solo e a leitura ocorrendo no ponto de inserção do primeiro legume. Avaliou-se dez plantas em cada unidade experimental.

Número de nós por planta

Foram contados manualmente, todos os nós presentes na haste principal de dez plantas, desde a base até o ápice.

Número de legumes por planta

Foram contados e retirados todos os legumes das 10 plantas avaliadas.

Número de sementes por planta

Após os legumes serem destacados das plantas, foram abertos manualmente e classificados conforme o número de sementes por legume em cada planta.

Peso de mil sementes (PMS)

Foram separadas 8 amostras de 100 sementes. A separação ocorreu acaso e foram contadas com auxílio de contador manual. Os resultados foram expressos em gramas (g) (BRASIL, 2009).

Classificação em peneiras

As sementes obtidas por meio da colheita manual foram beneficiadas visando retirar as sujidades e então submetidas ao teste de retenção de peneiras, o qual consistiu em pesar 500g de sementes de cada repetição dos blocos, submetendo-as à passagem por um conjunto de peneiras de furos redondos de diferentes diâmetros: 7mm a 5,5 mm e fundo falso. As quantidades retidas em cada peneira foram pesadas individualmente e foi determinado o valor percentual.

Produção de sementes por hectare

Os resultados foram obtidos através da colheita manual da área útil de cada parcela, e expressos em kg/ha.

As sementes foram armazenadas pelo período de quatro meses em câmara fria, sobre condições ideais de armazenagem para a cultura.

No laboratório, foram realizadas as seguintes avaliações:

Teste Tetrazolio

As sementes foram embebidas por um período de 16 horas a 25°C em papel para germinação previamente umedecido, e posteriormente foram submersas em copo plástico contendo solução de sal tetrazolio diluído em água destilada em uma relação de 0,1%, durante 8 horas sem luz, na temperatura de 35°C em BOD. Posteriormente as sementes foram cortadas transversalmente com auxílio de lâmina de corte Gillette®, para avaliação da viabilidade destas que foram classificadas como viáveis e não viáveis, em função do aparecimento da coloração vermelho carmim no embrião da semente (BRASIL, 2009). Foram avaliadas duas repetições com 50 sementes de cada unidade experimental para cada cultivar.

Estudo II – Qualidade fisiológica de sementes de seis cultivares de soja cultivadas em terras baixas

Com os dados obtidos no teste de tetrazólio, as cultivares HO Jacuí, HO Terere, BMX Fibra, BMX Valente, TEC IRGA 6070 e TMG 7062 que apresentaram mais que 80% de viabilidade, foram submetidas as seguintes análises:

Germinação (G)

Foram utilizadas quatro repetições, constituídas por quatro subamostras de 50 sementes, semeadas manualmente em papel para germinação previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, a temperatura de 25 °C. As contagens foram realizadas após oito dias da semeadura e classificadas entre plântulas normais, anormais e sementes mortas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Em conjunto com o teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem da germinação, sendo a contagem realizada aos cinco dias após a montagem do teste

Comprimento de plântulas

O comprimento de plântulas foi obtido pelo método descrito por NAKAGAWA (1999). Foram utilizadas quatro subamostras de 20 sementes por

repetição, as sementes foram dispostas no terço superior no sentido longitudinal do papel, de forma intercalar a primeira e a segunda fileira, de 10 sementes. Os rolos procedimento foram encaminhadas ao germinador regulado na temperatura de 25°C. Ao quinto dia, se escolheu 15 plântulas normais aleatoriamente e realizou-se a mensuração do comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento da raiz (CR) com ajuda de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros.

Massa seca de plântulas

As plântulas obtidas a partir da mensuração do comprimento, foram utilizadas 15 plantas por repetição, e separadas em parte área e parte radículas com auxílio de bisturi e colocadas em sacos de papel e encaminhados a estufa a temperatura de 70°C até obtenção de massa constante, pesadas em balança de precisão e os resultados foram expressos em gramas.

Os dados obtidos foram submetidos a análise da variância (ANOVA) pelo nível de 5% de probabilidade, e as variáveis que apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, foram comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade e os gráficos foram construídos com o auxílio do programa sigmaplot.

Resultados e Discussão

Estudo I: Desempenho de onze cultivares de soja em terras baixas

Ao analisar os resultados entre as cultivares avaliadas(Tabela 1 e Figura 1 a 3), pode-se observar que foi obtido diferentes expressões fenotípicas, provenientes da interação genótipo e ambiente.

Para a variável população de plantas, a cultivar BS 2606 IPRO (Figura 2A), demonstrou média maior que da cultivar BMX Valente RR, esse resultado pode estar relacionado a resposta adaptativa das cultivares as altas precipitações pluviométricas que ocorreram no nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura. Segundo Thomas e Langue (2014), o período que as plantas estão mais suscetíveis ao estresse por saturação hídrica do solo ocorre entre a germinação e o estabelecimento de plântulas.

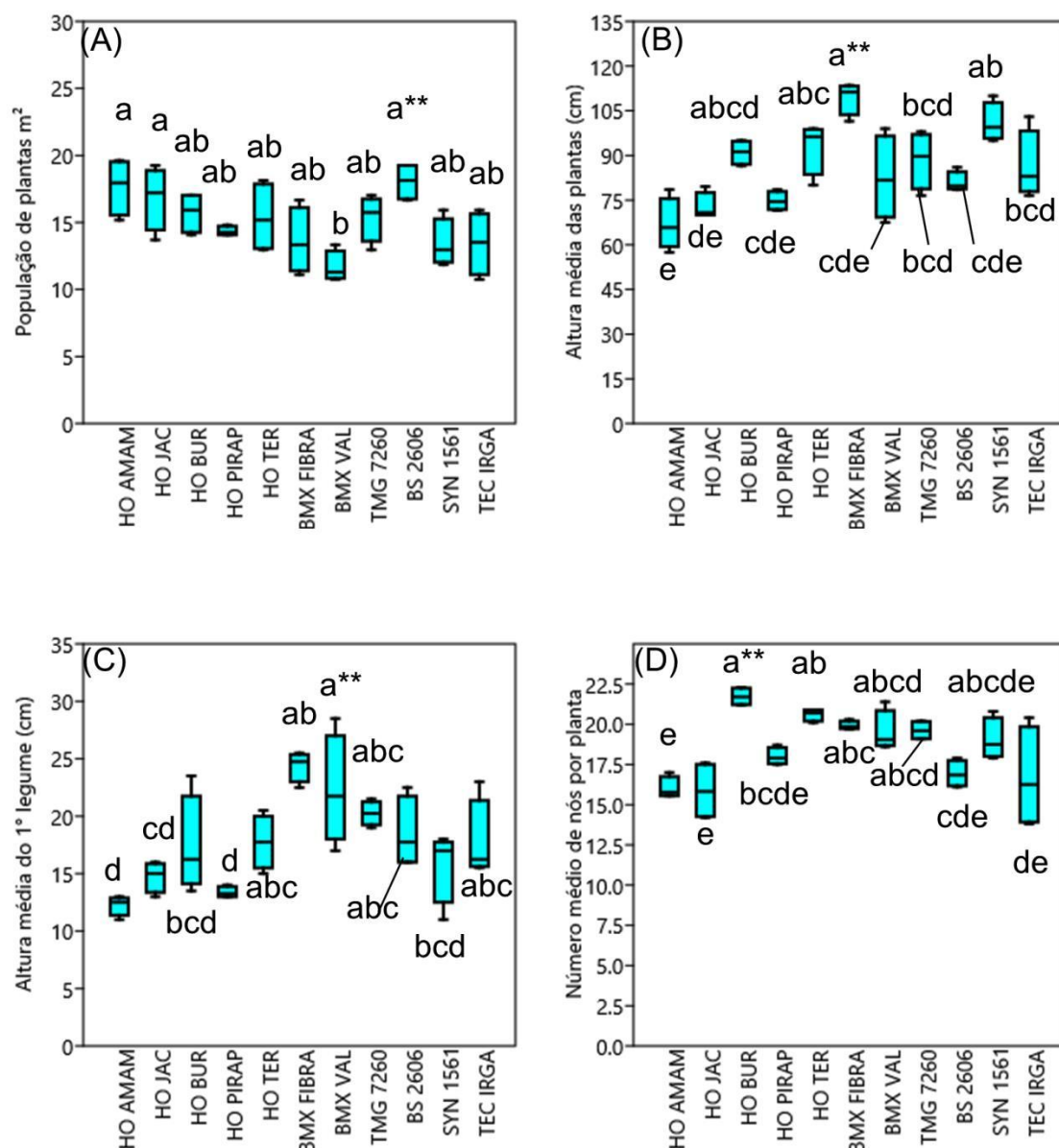


Figura 9. Variáveis agrônômicas população de plantas – m² (A), altura média das plantas (B), altura média do primeiro legume (C) e número médio de nós por planta (D) verificadas para os cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F

Embora a cultivar BS 2606 IPRO tenha apresentado maior estande de plantas, também apresentou uma das menores médias de vagens por planta (Figura 3A), enquanto que inverso foi encontrado para a cultivar BMX Valente RR, que apresentou menor população de plantas e maior número de vagens por planta. Em estudos com plantas de soja, Cruz et al. (2016) e Pires et al.

(2000), observaram uma correlação entre o número de vagens por planta e o número de plantas por hectare, sendo que à medida que se aumenta o número de plantas, ocorre uma redução no número de vagens. Este comportamento pode ser explicado pela competição intraespecífica por fatores abióticos, como absorção de água, nutrientes e interceptação de luz (SOARES et al., 2015), o que acarreta em uma menor produção de fotoassimilados, provocando abortamento de flores e vagens (KUSS et al., 2008), com consequente menor produção por planta.

A menor estatura de plantas foi representada pela cultivar HO Amambay IPRO, a qual também apresentou menor número médio de nós por planta (Figura 2B 2C), além disso, a menor altura de inserção do primeiro legume, juntamente com a cultivar HO Pirapó IPRO (Figura 2D). Contudo, a cultivar HO Amambay IPRO, apresentou a maior média de sementes por planta (Figura 3B). Tal comportamento, pode estar relacionado a plasticidade fenotípica, que segundo AMES (1994), é a capacidade da planta em adaptar-se, alterando sua morfologia dependendo da densidade em que se encontra, afim de prover estabilidade no rendimento de grãos, como neste caso, onde o genótipo demonstra uma tendência compensatória ao tentar produzir mais sementes em uma planta de menor porte

A maior estatura de plantas foi obtida pela cultivar BMX Fibra RR (Figura 2B), que também apresentou uma das maiores alturas de inserção do primeiro legume, sendo superada apenas pela cultivar BMX Valente RR. De acordo com Ribeiro et al. (2017), plantas de soja maiores e/ou estioladas, geralmente são plantas que buscaram melhores condições para realizar a fotossíntese, ocasionando o crescimento de planta em altura para uma melhor interceptação de luz. Além disso, para Zanon et al. 2016, o principal motivo da alteração genética nas cultivares de soja a partir dos anos 2000, buscando cultivares de crescimento indeterminado foi devido ao menor crescimento em estatura, visto que cultivares altas podem acamar e consequente ter uma redução da sua produtividade.

Além da variável números de vagens, a cultivar HO Buricá IPRO que apresentou maior número de nós por planta e também não diferenciou em produtividade. Como uma característica de cultivares com ciclo indeterminado é apresentar crescimento além do florescimento e estagnar apenas no início do

enchimento de grãos, ou seja, uma sobreposição entre as fases vegetativa e reprodutiva, acredita-se que essa cultivar obteve crescimento mais lento e atingiu o estágio de enchimento de grãos, após as demais. Contrariando De Souza Leite et al., (2016) que em estudos concluiu, que os componentes números de nós e número de vagens, apresentam alta correlação com produtividade de grãos.

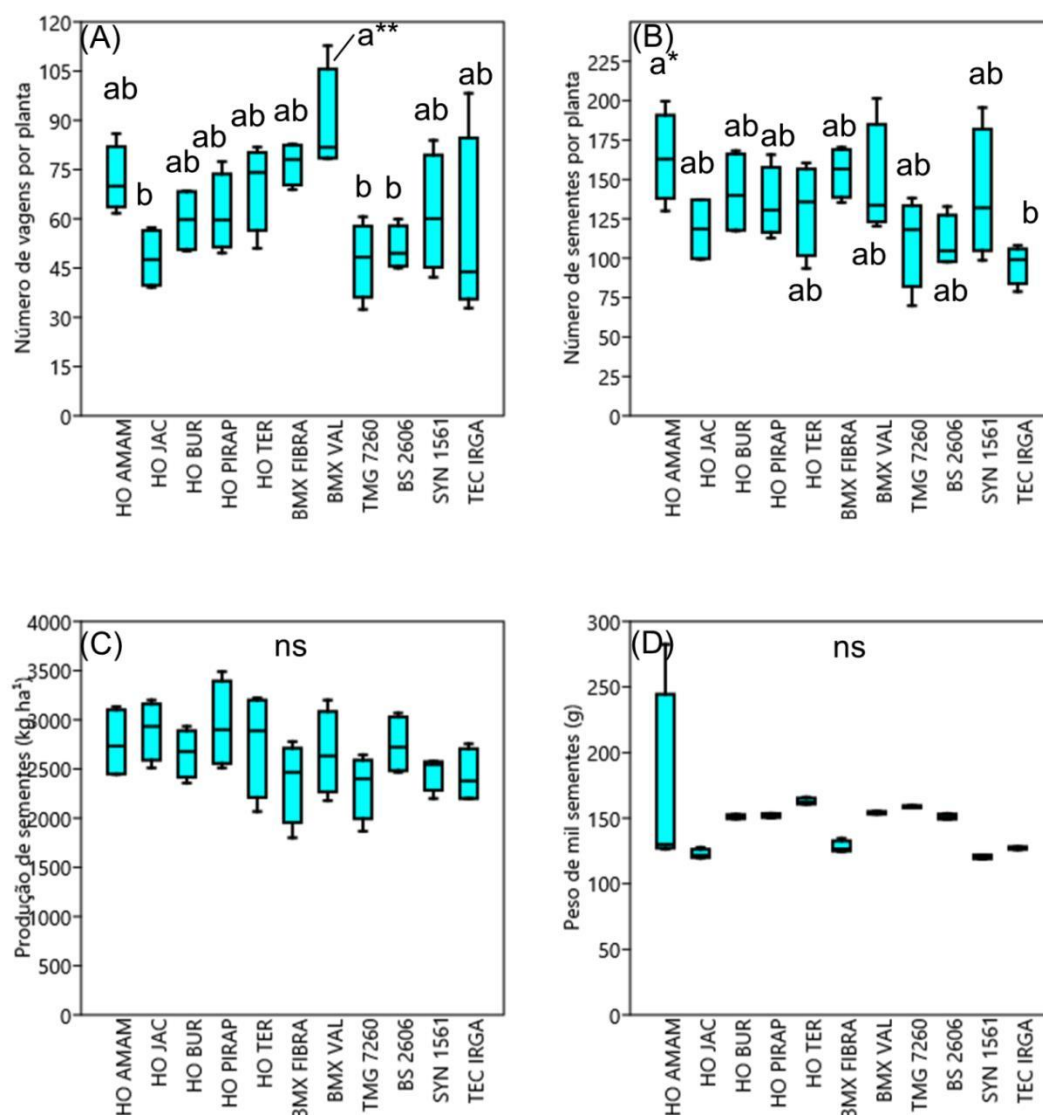


Figura 10. Variáveis agrônômicas número de vagens por planta (A), número de sementes por planta (B), produção de sementes - kg ha⁻¹ (C) e peso de mil sementes - g (D) verificadas para os cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Segundo Heiffig et al. (2006), o potencial de produtivo é bastante variável em função do genótipo, corroborando com os dados encontrados neste trabalho, que para a variável produtividade apresentou diferença significativa (Figura 3D). Além disso, cabe salientar a baixa produtividade apresentada por todos genótipos, visto que todas as cultivares apresentaram médias próximas a 2600 kg ha^{-1} , as quais estão abaixo da média nacional, que segundo a EMBRAPA (2019) é de cerca de 3300 kg ha^{-1} .

Corroborando com a possibilidade do ambiente ter sido um limitante, de acordo com Heiffig et al. (2006), para o potencial de produtividade ser alcançado dependerá dos efeito limitantes que estarão atuando em algum momento durante o ciclo da cultura. Entre os fatores limitantes da produtividade neste caso está o solo, que em terras baixas, podem inviabilizar o desenvolvimento da leguminosa, pois apresentam baixas condições de fertilidade natural e alta compactação (MARQUEZAN et al., 2017).

Também podemos citar, baixa precipitação a partir do início do período reprodutivo e um possível déficit de hídrico, visto que foram ofertados menos de 800 mm para o ciclo total da planta, qual segundo Zanon (2015). Ainda, em Bajgain et al. (2015) concluiu-se que a cultura da soja sobre condições de excesso hídrico apresenta menor área foliar, além do crescimento ser vagaroso o qual atribui para uma menor produção de foto assimilados e produção de grãos.

Para a variável peso de mil sementes, que é um componente de produtividade da cultura da soja, também não houve diferença significativa entre as cultivares. (Figura 3D), contrariando Tourino et al. (2002) e Andrade et al (2016) que observaram que plantas de soja com menores número de vagens por plantas (drenos fisiológicos) proporcionaria maior concentração de fotoassimilados em um menor número de grãos, o que não foi observado no peso de mil sementes pois não variaram conforme o número de vagens e de sementes por planta.

Estudo II – Qualidade fisiológica de sementes de seis cultivares de soja cultivadas em terras baixas

Foi possível classificar as cultivares em dois grupos distintos, sendo o grupo A composto pelas cultivares que apresentaram potencial de produção de

sementes, ou seja, as que atingiram o mínimo de viabilidade exigido para serem comercializadas, que abrange as cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR, e o grupo B, composto por cultivares que não obtiveram qualidade de semente, sendo estas, a HO Amambay IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO. Destaca-se que todas cultivares consideradas potenciais produtores de sementes, pelo teste prévio de tetrazólio, obtiveram germinação superior a 80%, que é o mínimo de germinação exigido para comercialização de sementes de soja.

As cultivares HO Amambay IPRO e TMG 7260 ambas pertencentes ao grupo B, demonstraram maiores médias de vagens com três sementes, enquanto a cultivar HO Pirapó IPRO do grupo A, apresentou a maior parte das vagens com apenas uma semente. A imagem de vagens conforme o número de sementes, pode ser encontrado no apêndice 1.

Schuch et al (2009) ao analisar três lotes de sementes de alta, média e baixa qualidade fisiológica, não observou diferença significativa quanto ao número de sementes por vagem. No entanto, os dados deste trabalho indicam que o menor número de sementes por vagem, acarreta na produção de sementes de melhor qualidade fisiológica, o que ainda pede uma elucidação em estudos posteriores, para as cultivares estudadas.

Os grupos A e B, se comportaram de forma similar no teste de retenção de peneiras, sem maior concentração em uma classe de peneira. Porém, houve alta variação na retenção das sementes, ao observamos as cultivares em caráter individualizado, ou seja, independente dos grupos. Podemos citar a cultivar TEC IRGA 6070 RR manteve-se concentrada em menores peneiras (Figura 5A), a HO Amambay IPRO com o tamanho de sementes mais homogêneo, por apresentar mais de 80% das suas sementes em peneira 6 mm (Figura 5B), e as cultivares HO Tererê IPRO (Figura 5A) e BMX Valente RR (Figura 5B), como as maiores.

Sobre a cultivar BMX Fibra RR com maior concentração de sementes em peneiras maiores, dentro do grupo A (Figura 6A), salienta-se que não foram encontradas plântulas com melhor desenvolvimento ou mais rápido, em nenhum dos testes realizados. Contrariando, Carvalho e Nakagawa (2000), que em estudos concluíram que sementes maiores ou aquelas de maior peso de

mil, provavelmente, desenvolveram melhor seus embriões e acumularam maiores quantidades de reservas, o que produziria sementes mais vigorosas.

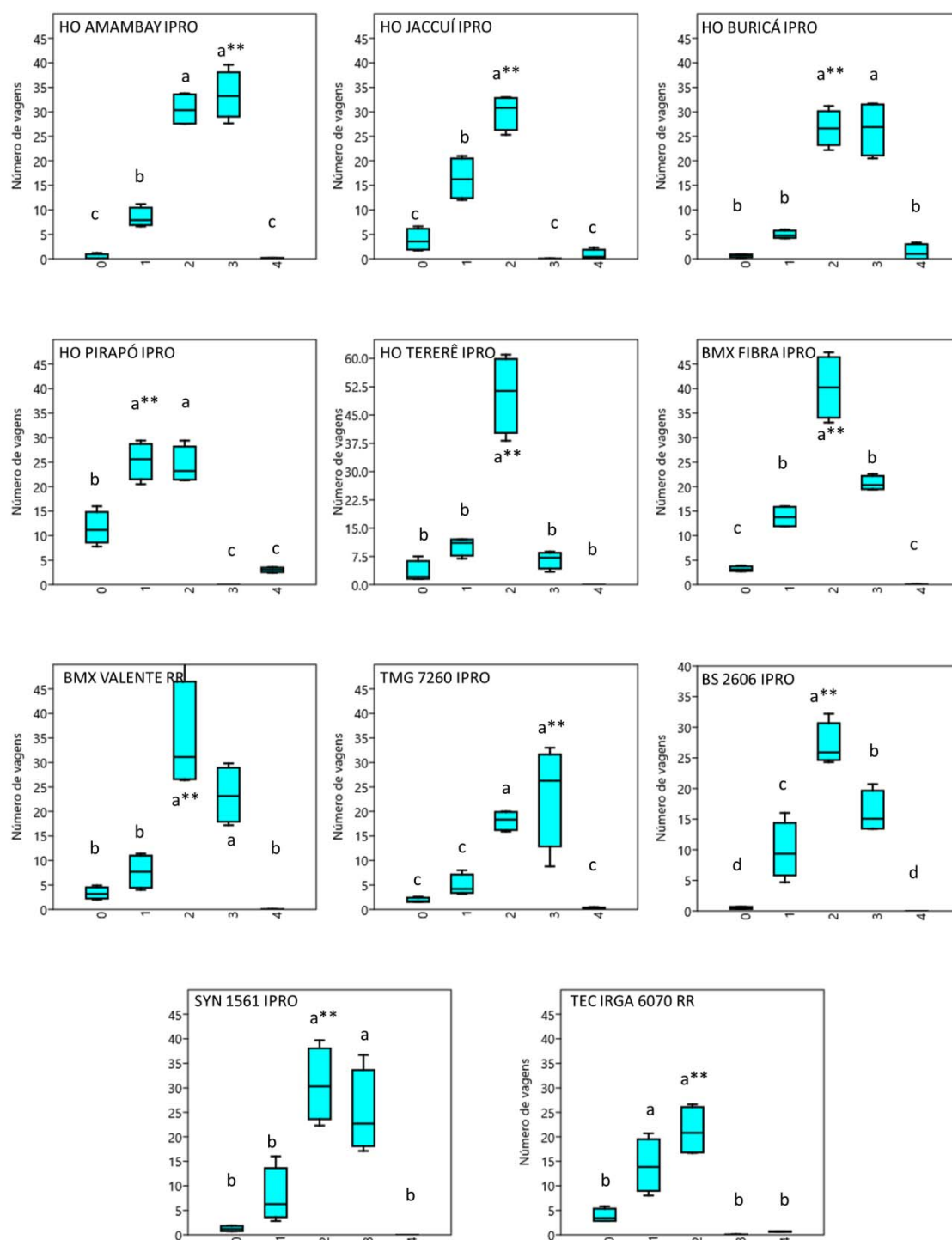


Figura 11. Número de vagens com 0, 1, 2, 3, e 4 sementes em cada planta dos cultivares de soja HO Amambay IPRO, HO Jacuá IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

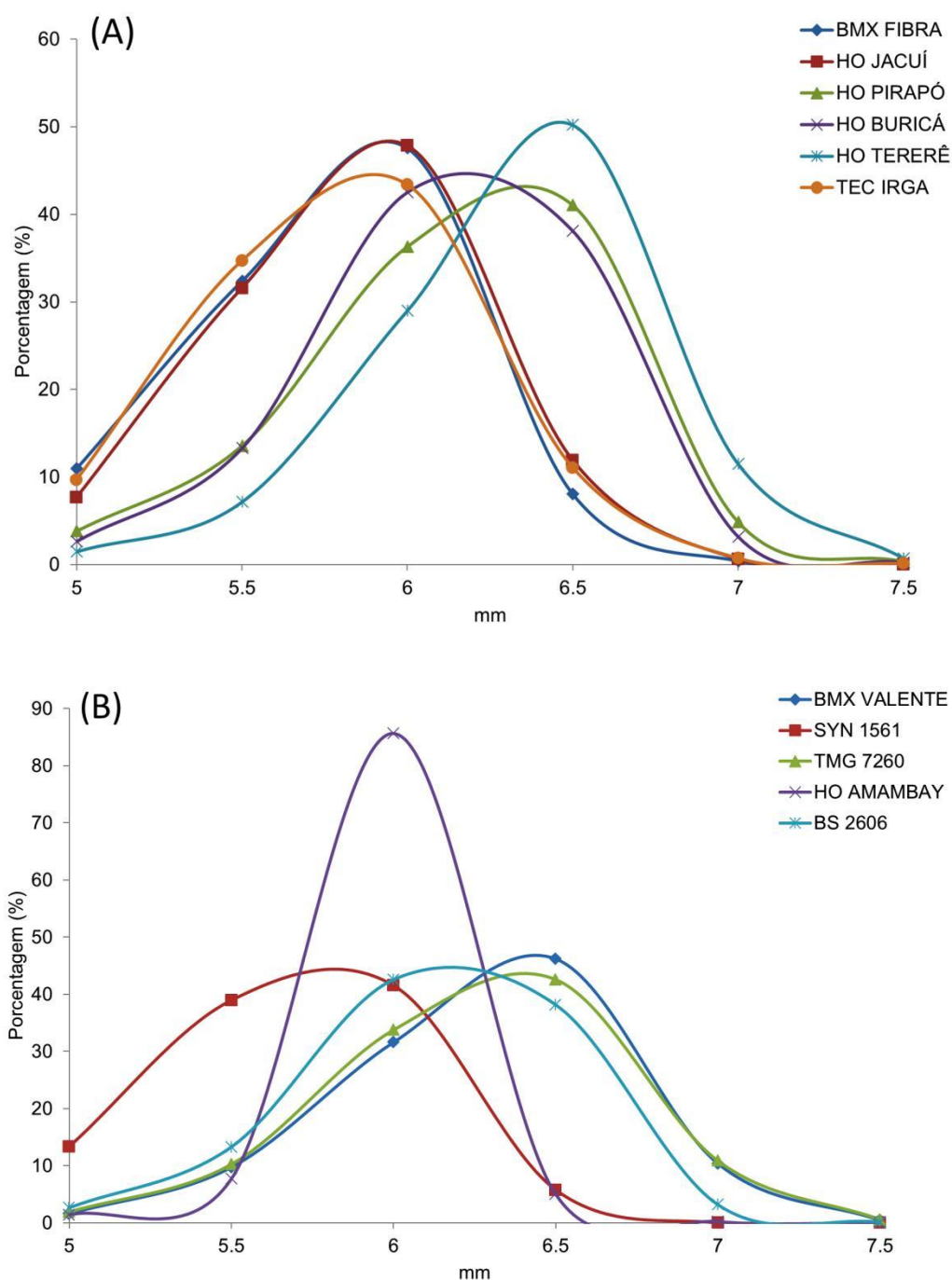


Figura 12. Distribuição (%) tamanho médio das sementes, demonstrado a partir das peneiras 5, 5.5, 6, 6.5, 7 e 7.5, para os cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A), e para os cultivares Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO, SYN 1561 IPRO, TEC IRGA 6070 RR (B).

Porém, o melhor resultado obtido nos testes de qualidade fisiológica foram da cultivar HO Pirapó IPRO. Segundo Popinigis (1977), a qualidade fisiológica é a capacidade das sementes em realizar as funções vitais, podendo ser avaliada pelos testes germinação, vigor e longevidade. O que foi verificado por meio das médias superiores em primeira contagem da germinação, o qual

fornece uma estimativa do vigor das sementes, assim como um maior percentual de germinação (Figura 4). Para o teste de envelhecimento acelerado não houve significância estatística entre as cultivares, demonstrando padrões de longevidade semelhantes.

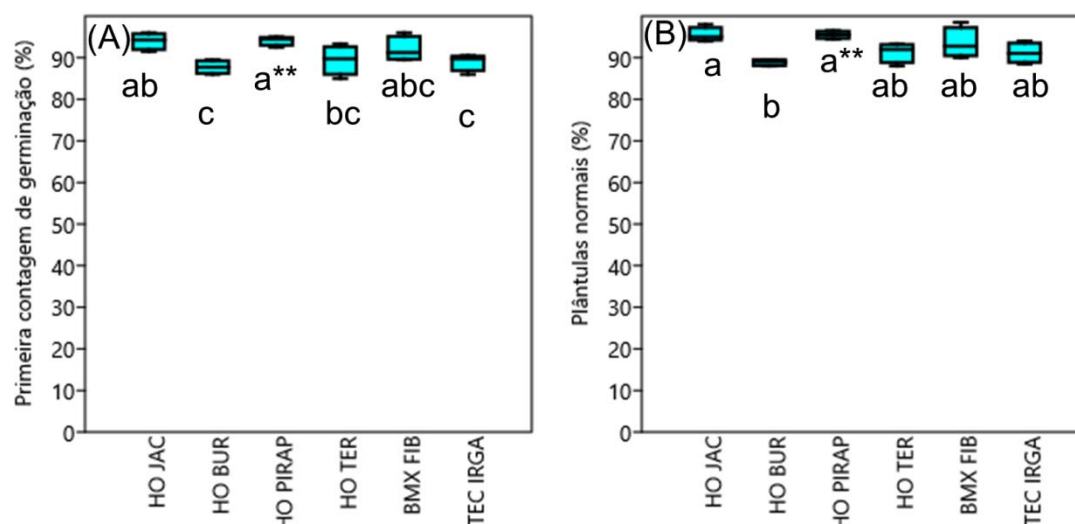


Figura 13. Variáveis agrônômicas primeira contagem de germinação (A) e porcentagem de plântulas normais (B) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F

Para a variável comprimento da parte aérea (Figura 7) não houve diferença significativa, no entanto para o comprimento radicular, a cultivar HO Jacuí IPRO apresentou maiores médias frente as demais. Nas variáveis de massa seca da parte aérea e raiz, a cultivar HO Terere IPRO apresentou maiores médias, o que também a classificaria como vigorosa pois segundo (NAKAGAWA, 1999) sementes de maior vigor possibilitam a maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria. O que proporcionaria melhores condições a plântula de manter-se frente a condições adversas no campo.

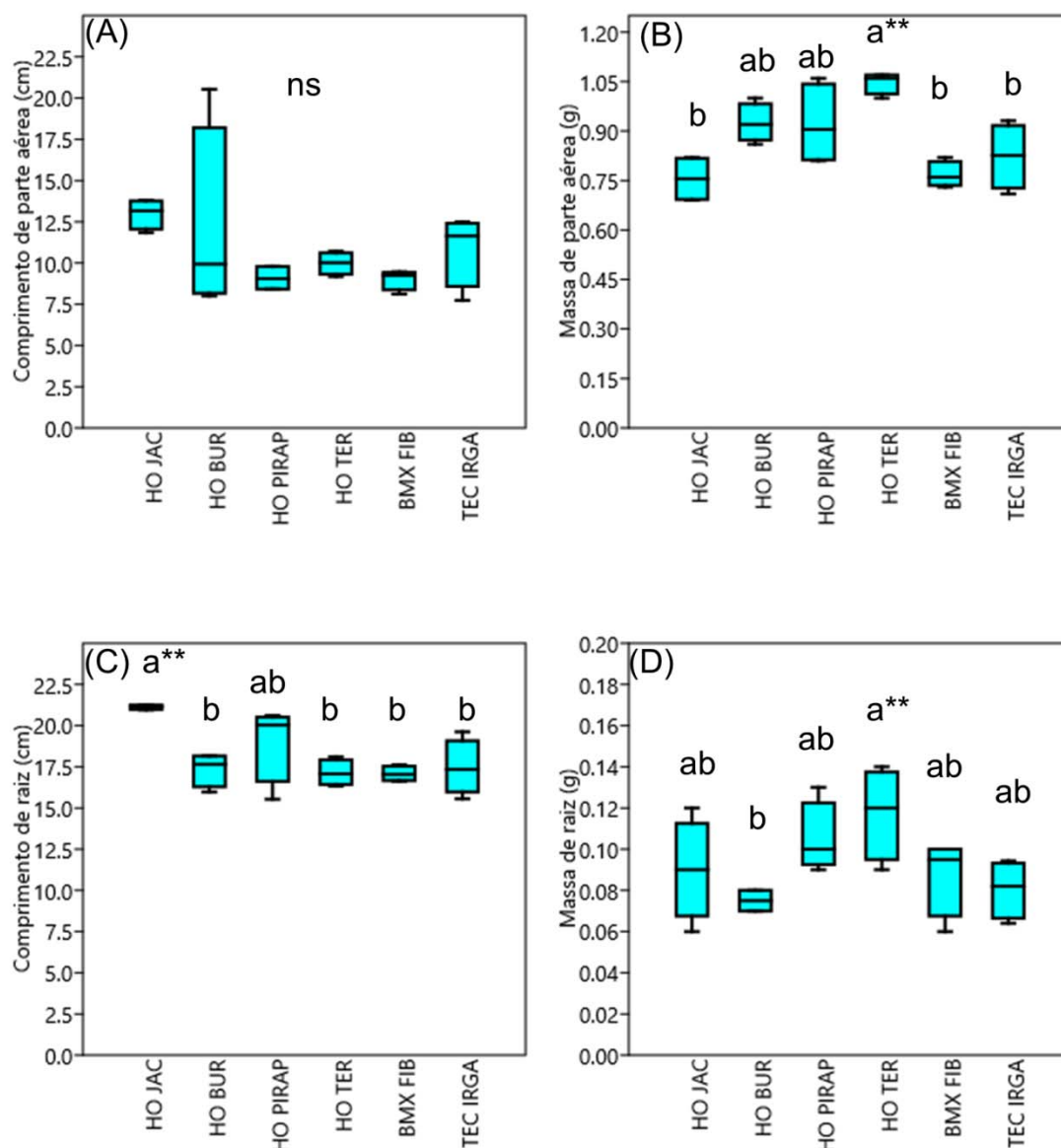


Figura 14. Variáveis agrônômicas primeira comprimento (A) e massa de parte aérea (B), bem como comprimento (C) e massa seca de raiz (D) verificadas para os cultivares de soja HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR. Para os valores obtidos em cada cultivar, os quartis 25-75% são desenhados na forma de caixa. A mediana é mostrada com uma linha horizontal dentro da caixa. Os valores mínimo e máximo são mostrados em barras. Cultivares seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Ns, * e ** representam, respectivamente, ausência de significância, significância a nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

As médias inferiores foram aferidas respectivamente nas cultivares HO Jacuí IPRO, BMX Fibra RR e TEC IRGA 6070 RR, HO Buricá IPRO. Salienta-se ainda, sobre a importância de escolher sementes vigorosas quais formaram um estande uniforme e irão reger a lavoura da instalação a colheita, correlacionadas diretamente com a produtividade (TUNES et al., 2011).

Conclusões

A qualidade fisiológica de sementes foi obtida apenas por seis cultivares das onze avaliadas, a cultivar HO Pirapó IPRO apresentou superioridade nos testes de primeira contagem e germinação.

Mecanismos de compensação de produtividade foram observados nas cultivares.

As cultivares avaliadas não apresentaram as produtividades esperadas, nas condições adversas proporcionadas pelas características das terras baixas.

Capítulo III - Comportamento adaptativo de onze cultivares de soja a dois locais de lavoura, em terras baixas do Sul Rio-grandense

Introdução

O estado do Rio Grande do Sul produz cerca de 70% do arroz nacional, porém devido aos anos consecutivos de monocultivo, instalou-se a problemática sobre controle de plantas daninhas, principalmente devido a evolução de resistência a herbicidas (IRGA, 2019). Frente a isto, a rotação de culturas foi impulsionada, segundo a SOSBAI (2018), o sistema “ping-pong” entre arroz e soja ocupou aproximadamente 300 mil hectares de soja cultivada, principalmente na região da Campanha gaúcha e Planície Costeira Interna. Áreas tradicionalmente cultivadas com arroz, com objetivo de aumentar a rentabilidade do sistema produtivo e interromper o ciclo de doenças e pragas.

A escolha da cultura da soja foi dada principalmente por ser atualmente o grão mais produzido no Brasil, sendo que obtém aumentos frequentes na produção nacional, atingindo a marca de 120 milhões de toneladas na safra 2018/2019, e com uma perspectiva de aumento de 2,6% na área semeada na safra 2019/2020. Além, dos altos preços no mercado interno incentivando o produtor a aderir à rotação de culturas (CONAB, 2019).

Segundo Cruz et al., (2016) a produtividade é dependente da interação ambiente, manejo e planta, desta forma a introdução da cultura de sequeiro em áreas baixas, expondo-a a diversos fatores limitantes como solos de baixa fertilidade, compactados e friáveis (MARQUEZAN et al., 2017), torna o sistema de produção mais exigente em planta e manejo.

A utilização de genótipos mais tolerantes ao alagamento e às condições de solos hidromórficos é de suma importância, pois a cultura é sensível a saturação hídrica durante todo seu ciclo de crescimento, e após a resposta vai variar em função do material genético (SOSBAI, 2018). Segundo Rhine et al., (2010) as maiores perdas são obtidas durante o período de enchimento de grãos, podendo diminuir em até 39% da produtividade de grãos de soja. Observa-se que a cultura apresenta alta plasticidade, como observado em Vasconcelos et al., (2015) que em estudos concluiu que o comportamento diferencial das cultivares sobre a produtividade variou com maior amplitude em relação a diferentes locais do que em relação aos anos agrícolas.

Na busca de cultivares com melhor adaptação a áreas de terras baixas, que mantenham altos tetos produtivos mesmo em condições adversas, o conhecimento da relação entre crescimento, desenvolvimento e os componentes de rendimento é determinante para definição de um tipo de planta com essas características (NAVARRO e COSTA., 2002). Segundo Silva et al., (2015) os componentes de rendimento que mais influenciam a produtividade são o número de plantas por área, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e o peso de sementes.

Outro método de escolhas de cultivares é sua aptidão para a produção de sementes, pois a qualidade fisiológica da semente produzida pode oscilar conforme material e produzir diferenças de níveis de vigor que afetam todo o ciclo da cultura, da fase inicial até a produtividade (RODRIGUES et al., 2018). Segundo Merotto Júnior (1999), plântulas com menor velocidade de emergência podem apresentar menor crescimento da parte aérea e do sistema radicular, acarretando em menor capacidade de competição por água, luz e nutrientes, o que somado a crescimento inicial lento das plântulas resulta em diferenças em altura, área foliar e no acúmulo de matéria seca (KOLCHINSKI et al., 2006).

Este trabalho buscou reconhecer padrões de comportamento em onze cultivares, por meio da identificação da correlação entre os componentes de rendimento e qualidade de semente produzida dois locais de terras baixas no estado do Rio Grande do Sul.

Materiais e Métodos

Foram realizados dois experimentos em áreas de produção de grãos nos municípios de Arambaré-RS e Cristal-RS, e a após a colheita de ambos, foi realizado estudos com as sementes em laboratório didático de análise de sementes, pertencente a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Estudo I – Desempenho de onze cultivares de soja em área de terras baixas.

Os municípios de Arambaré e Cristal, localizam na região Sul do Rio Grande do Sul e está na região da Encosta do Sudeste, segundo a divisão

fisiografica do estado (FORTES, 1979), e enquadra-se na classificação climática como clima subtropical úmido (KÖPPEN, 1999). A área onde foi realizado o experimento no município de Arambaré localiza-se sob as coordenadas 30°53'25.87" S e 51°38'30.75" O, com altitude de 13 metros, enquanto que a área onde foi realizado o experimento no município de Cristal está localizada sob as coordenadas 30°57'10.27" S e 52°3'27.37" O, com altitude de 30 metros. As temperaturas mínimas e máximas do ar e medias mensais da precipitação pluviométrica da safra 2018/2019 são apresentadas na Figura 1, as quais foram coletadas em estações meteorológicas pertencentes ao Instituto nacional de meteorologia (INMET) do 8° distrito de meteorologia instalado em Camaquã, distante 20,6 quilômetros do local do experimento realizado no município de Arambaré, e 26,6 quilômetros do local do município realizado em Cristal-RS.

Os dados de temperaturas e pluviosidades durante a condução do experimento encontram-se no anexo 1.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1999), os solos onde foram conduzidos os trabalhos são solos classificados como PlanossoloSolódico (PLS 4) com textura média/arenosa e média/argilosa. Anteriormente a instalação do experimento foi realizada a análise química dos solos (Tabela 1) e logo após, realizou-se a correção do solo, conforme as recomendações técnicas para a cultura da soja.

Tabela 7. Análise química de solos localizados nos municípios de Arambaré-RS e Cristal-RS.

Município	Argila (%)	pH _{água}	Fósforo (mg dm ⁻³)	Potássio (mg dm ⁻³)	Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	M.O (%)
Arambaré	20	5,25	35,6	93,9	2,1	1,0	1,4%
Cristal	20	5,51	11,7	8,1	2,9	1,4	2,1

O delineamento experimental foi blocos casualizados, sendo compostos por 11 cultivares de soja (Tabela 2), com 4 repetições. Cada parcela composta por 4 linhas espaçadas a 0,45 metro entre linhas e com 3 metros de comprimento, sendo que as análises foram realizadas na área útil de cada parcela, a qual foi determinada como sendo 2,5 metros lineares das duas

linhas centrais, totalizando 2,25 m², no experimento realizado em Arambaré, enquanto que no experimento realizado em Cristal, a área útil constituiu de 3 metros lineares das duas linhas centrais, totalizando 2,70 m².

Tabela 8. Cultivares de soja com seu respectivo, ciclo médio, grau de maturidade relativo (GMR). UFPel, 2020.

Cultivar	GMR	Ciclo Médio (dias)	Hábito de Crescimento
HO Amambay IPRO	5.8	117-130	Indeterminado
HO Jacuí IPRO	5.9	119-132	Indeterminado
HO Buricá IPRO	6.4	118-132	Indeterminado
HO Pirapo IPRO	6.4	118-132	Indeterminado
HO Terere IPRO	6.6	122-128	Indeterminado
BMX Fibra IPRO	6.4	136	Indeterminado
BMX Valente RR	6.7	140	Indeterminado
TMG 7260 IPRO	6.0	125-132	Indeterminado
BS 2606 IPRO	6.0	128	Indeterminado
SYN 1561 IPRO	6.1	130	Indeterminado
TEC IRGA 6070 RR	6.3	132	Indeterminado

A semeadura foi realizada o 23 de novembro de 2018, sobre sistema de plantio convencional, na densidade de 13,3 sementes por metro linear para o experimento no município de Arambaré e 10,1 sementes por metro linear para o experimento conduzido no município de Cristal-RS, na profundidade de 5 centímetros, as sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e o tratamento das sementes foi realizado com Tiametoxam, na dose de 200 ml.100 kg de sementes⁻¹, Fipronil na dose 100 ml.100 kg de sementes⁻¹ e + Metalaxil-M + Fludioxonil + Tiabendazol na dose de 100 ml.100 kg de sementes⁻¹. Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados tratamentos fitossanitários de acordo com recomendação técnica, observando a incidência de pragas e doenças, Os produtos utilizados nas doses recomendados pelos fabricantes, as quais estão descritos na tabela 3. A colheita manual ocorreu quando as plantas atingiram estágio de

desenvolvimento R8 e apresentaram umidade de aproximadamente 14%. Após a colheita, as plantas foram levadas a um galpão do departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas para avaliação dos componentes de rendimento e posteriormente debulhadas manualmente.

A semeadura ocorreu em 23 de novembro de 2018, sobre sistema de plantio convencional, na densidade de 13,3 sementes por metro linear no município de Arambaré e 10,1 sementes por metro linear no município de Cristal, ambos na profundidade de 5 centímetros, sendo que anteriormente as sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e o tratamento das sementes foi realizado com o produto comercial Caixa Vigor e Praga® (Tiametoxam + Fipronil + Metalaxil-M + Fludioxonil + Tiabendazol). A colheita ocorreu quando as plantas atingiram estágio de desenvolvimento R8, quando as sementes apresentaram umidade de 14%. Os produtos fitossanitários, e as doses foram utilizadas de acordo com a recomendação dos fabricantes, nas conforme a tabela 3.

Tabela 9. Manejo fitossanitário da cultura da soja utilizada em áreas de

Produto comercial	Ingrediente ativo	Dose (p.c /ha)	Ação
Fox	Trifloxistrobina + Protiocanazol	400 mL	Fungicida
Elatus	Azoxistrobina + Benzavidiflupir	200 g	Fungicida
Nomolt	Teflubenzuron	150 mL	Inseticida
Certeiro	Triflumurom	50 mL	Inseticida
Connect	Beta-ciflutrina + Imidacloprido	1000 mL	Inseticida

produção de grãos nos municípios de Arambaré-RS e Cristal-RS.

Após o estabelecimento das plantas, foram avaliadas as seguintes variáveis:

População de plantas

Foi contado o número de plantas por metro quadrado dentro da área útil de cada parcela sendo realizadas cinco amostras aleatórias, e os resultados foram expressos em plantas por metro quadrado.

Altura média de plantas

Foi obtida pela mensuração da planta desde a base do solo até o ápice da planta, com o auxílio de uma régua graduada, em cada unidade experimental foram mensuradas dez plantas. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

Altura da inserção primeiro legume

Foi obtida a partir da colocação de uma régua graduada ao lado de cada planta para mensurar altura em centímetros, o ponto zero sendo posto na base do solo e a leitura ocorrendo no ponto de inserção do primeiro legume. Avaliou-se dez plantas em cada unidade experimental.

Número de nós por planta

Foram contados manualmente, todos os nós presentes na haste principal de dez plantas, desde a base até o ápice.

Número de legumes por planta

Foram contados e retirados todos os legumes das 10 plantas avaliadas.

Número de sementes por planta

Após os legumes serem destacados das plantas, foram abertos manualmente e classificados conforme o número de sementes por legume em cada planta.

Peso de mil sementes (PMS)

Foram separadas 8 amostras de 100 sementes. A separação ocorreu acaso e foram contadas com auxílio de contador manual. Os resultados foram expressos em gramas (g) (BRASIL, 2009).

Classificação em peneiras

As sementes obtidas por meio da colheita manual foram beneficiadas visando retirar as sujidades e então submetidas ao teste de retenção de peneiras, o qual consistiu em pesar 500g de sementes de cada repetição dos blocos, submetendo-as à passagem por um conjunto de peneiras de furos redondos de diferentes diâmetros: 7mm a 5,5 mm e fundo falso. As quantidades retidas em cada peneira foram pesadas individualmente e foi determinado o valor percentual.

Produção de sementes por hectare

Os resultados foram obtidos através da colheita manual da área útil de cada parcela, e expressos em kg/ha.

Após a colheita, as sementes foram armazenadas pelo período de quatro meses em câmara fria, sobre condições ideais de armazenagem para a cultura. Logo após, deu-se início ao experimento laboratorial, com a avaliação das seguintes variáveis:

Teste Tetrazolio

As sementes foram embebidas por um período de 16 horas a 25°C em papel para germinação previamente umedecido, e posteriormente foram submersas em copo plástico contendo solução de sal tetrazolio diluído em água destilada em uma relação de 0,1%, durante 8 horas sem luz, na temperatura de 35°C em BOD. Posteriormente as sementes foram cortadas transversalmente com auxílio de lâmina de corte Gillette®, para avaliação da viabilidade destas, que foram classificadas como viáveis e não viáveis, em função do aparecimento da coloração vermelho carmim no embrião da semente (BRASIL, 2009). Foram avaliadas duas repetições com 50 sementes para cada unidade experimental de cada cultivar.

Estudo II – Qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em áreas de terras baixas

As cultivares que apresentaram sementes com mais 80% de viabilidade de acordo com o teste de tetrazólio, foram submetidas as seguintes análises:

Primeira contagem de germinação (PCG)

Foram utilizadas quatro amostras, constituídas por quatro subamostras contendo 50 sementes cada, as sementes foram semeadas manualmente sob duas folhas de papel para germinação, e recobertas por uma terceira folha. Folhas estas, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Após o procedimento foram encaminhadas ao germinador regulado na temperatura de 25 °C. A contagem foi realizada aos cinco dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Germinação (G)

Foram utilizadas quatro repetições, constituídas por quatro subamostras de 50 sementes, semeadas manualmente em papel para germinação previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, posteriormente encaminhados ao germinador regulado na

temperatura de 25 °C. As contagens foram realizadas após oito dias da semeadura e classificadas entre plântulas normais, anormais e sementes mortas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Comprimento de plântulas

O comprimento de plântulas foi obtido pelo método descrito por NAKAGAWA (1999). Foram utilizadas quatro subamostras de 20 sementes por repetição, as sementes foram dispostas no terço superior no sentido longitudinal do papel, de forma intercalar a primeira e a segunda fileira, de 10 sementes. Os rolos procedimento foram encaminhadas ao germinador regulado na temperatura de 25 °C. Ao quinto dia, se escolheu 15 plântulas normais aleatoriamente e realizou-se a mensuração do comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento da raiz (CR) com ajuda de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros.

Massa seca de plântulas

As plântulas obtidas a partir da mensuração do comprimento, após foram separadas em parte aérea e parte radículas com auxílio de bisturi e então colocadas em sacos de papel e encaminhados a estufa de temperatura de 70 °C até obtenção de massa constante, foram utilizadas 15 plantas por repetição, pesadas em balança de precisão e os resultados foram expressos em gramas.

A análise dos dados foi realizada pela correlação de Pearson,

Resultados e Discussões

Ao comparar o comportamento das cultivares nos dois ambientes percebe-se que estas interagiram com o meio de forma diferente, produzindo diferenças entre os dois grupos de cultivares, assim como as cultivares dentro de cada grupo, tanto em variáveis que representam a fenologia da planta, como na qualidade de sementes produzidas.

Em vista de que houve diferenças na densidade de semeadura e população de plantas entre os locais não haverá comparação entre eles, havendo discussão individual para cada ambiente. Porém, por haver diferenças dentro de cada ambiente obteve-se, dois grupos de cultivares, o primeiro composto por cultivares, cujo desempenho a campo produziu sementes obtiveram padrões mínimos de viabilidade exigido para ser consideradas sementes, representado por: HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó

IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR, chamado grupo A e outro, por aquelas que não obtiveram os padrões mínimos, ou seja, no mínimo 80% de germinação: HO Amambay IPRO, BMX Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO, o grupo B.

Os grupos diferiram entre si em diversas variáveis, assim como as cultivares apresentaram diferentes componentes de rendimento averiguados peculiares para cada cultivar, conforme o lugar em que foram instaladas (Figuras 2, 3, 4 e 5).

Arambaré, grupo A:

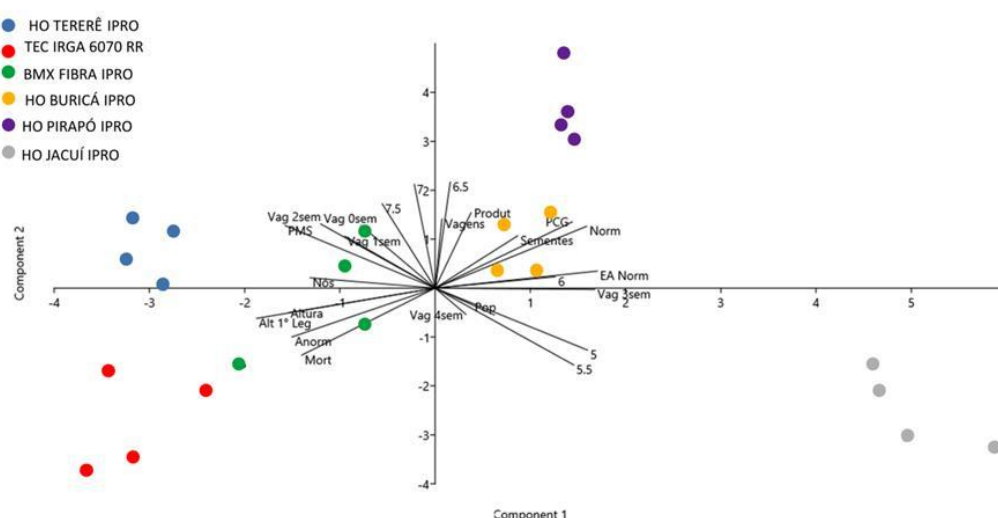


Figura 15. Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agrônômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, BMX Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR

Cristal, grupo A:

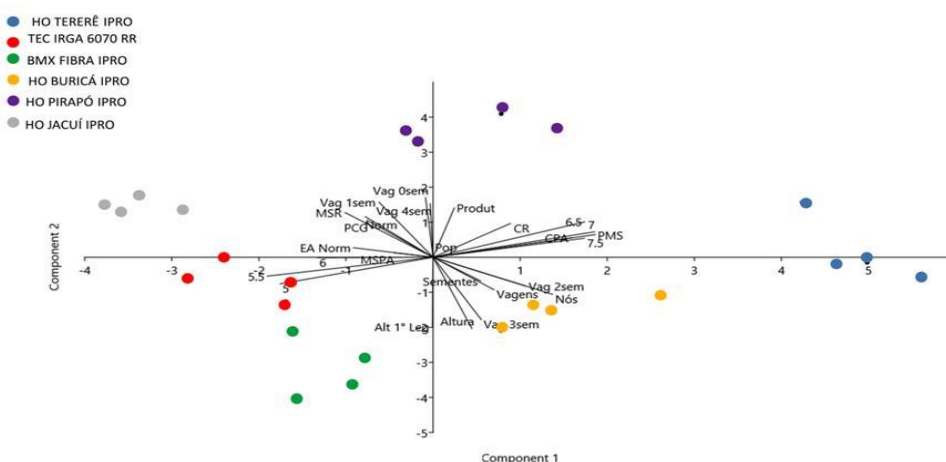


Figura 16. Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agrônômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Bmx Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR

Arambaré, grupo B:

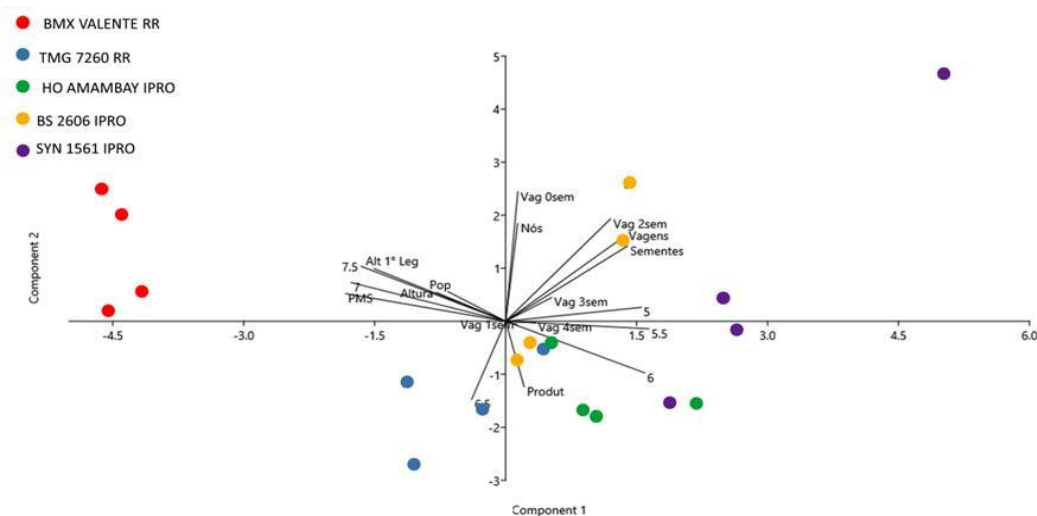


Figura 17. Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agrônômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO.

Cristal, grupo B:

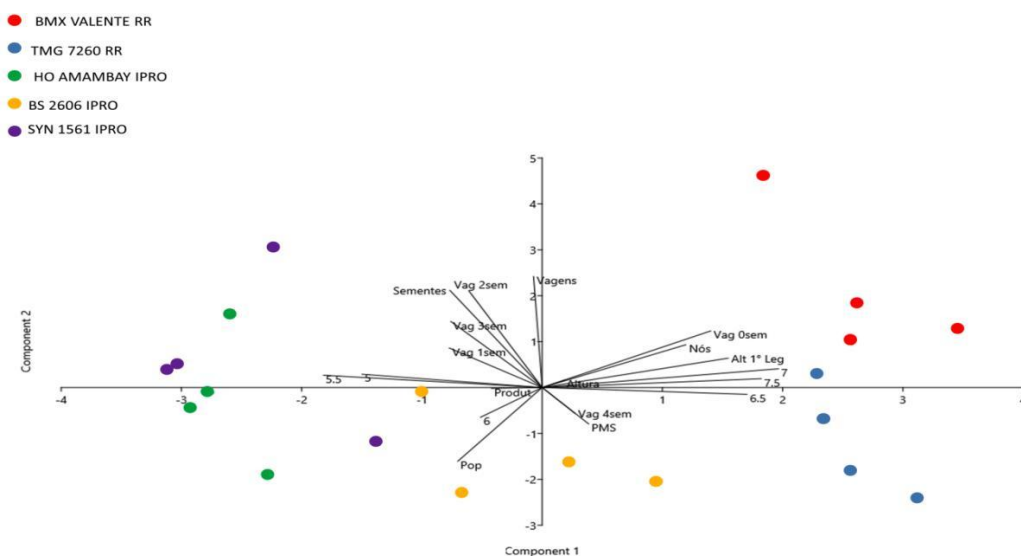


Figura 18: Biplot da Análise de componentes principais a partir das variáveis agrônômicas verificadas na avaliação de desempenho dos cultivares HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO.

Arambaré

Estudo I – Desempenho de onze cultivares de soja em área de terras baixas.

A correlação de Pearson revela as tendências de direção e magnitude de associação linear entre dois caracteres (PEARSON, 1920), segundo essa, existe correlação positiva para as cultivares que não apresentaram qualidade de semente, ou seja, grupo B (Figura 6), e os principais componentes de rendimento que influenciam a produtividade, como já visto são eles o número de plantas por área, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e o peso de sementes (Silva et al., 2015).

Observou-se que a população de plantas se correlacionou positivamente com a variável retenção de peneiras de 7.0 e 7.5 mm, indicando que o aumento populacional ocasionou sementes maiores. Em estudos Fiss et al. (2018), concluiu que a cultura da soja apresenta grande plasticidade fenotípica, e promove compensação entre número de plantas, de vagens e sementes, pois em pequenas densidades populacionais encontrou tendência das plantas produzirem maior número vagens para compensar a menor população, aumentando o número de sementes, exatamente o inverso dos resultados encontrados neste trabalho.

Em acréscimo, segundo Mauad et al. (2010), o tamanho de grãos pode ter seu crescimento alterado, devido ao número de grãos por vagem, pois este pode alterar a demanda por fotoassimilados, e conseqüentemente alterar o tamanho das sementes produzidas.

Para a variável peso de mil sementes obteve-se correlação negativa com as variáveis número de vagens e de sementes, concordando com os dados apresentados acima sobre a partição de fotoassimilados, ou seja, a sementes possivelmente diminuem e/ou pesam menos quando se tem maior número de sementes devido ao aumento da demanda. Em adição, houve correlação positiva com o número de vagens e peneira 5.5mm e negativa com peneira 7.5 mm. Além disso, houve uma correlação negativa entre peso de mil sementes e a variável e retenção de sementes nas peneiras 5.0, 5.5, 6.0 mm, e uma correlação positiva para 7.0 e 7.5. Concordando com Nunes et al. (2016) que concluiu que sementes maiores acumularam mais fotoassimilados durante sua fase de formação, do que sementes pequenas, produzindo assim embriões mais bem formados e obtendo maior quantidades de reservas, por isso sementes maiores tendem a ser mais pesadas.

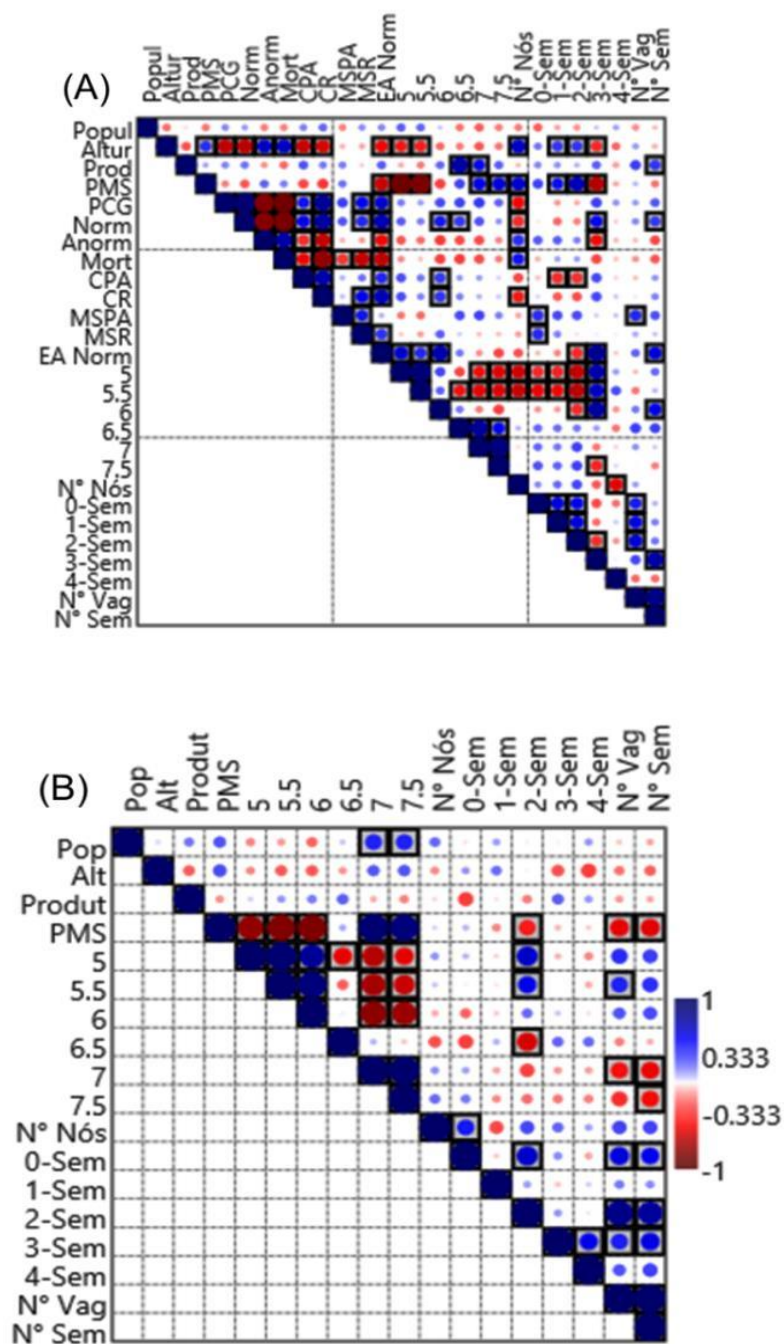


Figura 19. Correlação de Pearson entre variáveis agrônômicas utilizadas para determinação do desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A) quais apresentaram potencial de produção de sementes e HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO (B) quais não apresentaram. Círculos azuis indicam correlação positiva, enquanto os vermelhos indicam correlação negativa. A intensidade das cores azul e vermelha está atrelada a significância da correlação. Caixas ao entorno dos círculos indicam a presença de significância a 5% de probabilidade. Siglas nas figuras representam população de plantas (m^2), altura média das plantas, produção de sementes ($kg\ ha^{-1}$), peso de mil sementes, primeira contagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas, Comprimento de parte aérea e de raiz, massa seca de parte aérea e raiz, plântulas normais após envelhecimento acelerado, porcentagem de sementes obtidas nas peneiras 5, 5.5, 6, 6.5, 7 e 7.5 mm, número de nós, vagens com 0, 1, 2, 3 e 4 sementes, número de vagens e sementes por planta.

Destaca-se que o número de grãos por legume é determinado pelo fator genético, podendo ser influenciado pelo ambiente. Porém, cultivares com potencial para produzir três sementes por legume são as preconizadas pelos melhoristas visando aumento na produtividade (MCBLAIN, HUME 1981; MEIER et al., 2019), concordando com o observado na correlação negativa entre a variável peso de mil sementes com vagens contendo duas sementes.

Em somatório, vagens com duas e três sementes apresentam correlação positiva com o número de vagens e sementes, demonstrando superioridade de ambas frente as demais. Vagens contendo duas sementes também se correlacionaram positivamente com sementes de peneiras menores como 5.0 e 5.5 mm demonstrando uma possível resposta dos genótipos e uma interação destes com o ambiente.

Altura de plantas correlacionou-se com muitos componentes de rendimento, de forma positiva ou negativa. Houve correlação positiva entre altura de plantas com as variáveis peso de mil sementes e número de nós. Segundo Meier (2019) o número de nós reprodutivos pode influenciar diretamente na produção de massa de grãos pois este proporciona condições para formação de flores e legumes, e as estruturas reprodutivas são formadas nas axilas dos nós das plantas (LUDWIG et al., 2010).

A altura de planta também se correlacionou positivamente com o número de vagens com uma e duas sementes e negativamente com vagens contendo três sementes, como já comentado, o grupo B apresentou uma tendência de buscar cultivares mais produtivas e com isso que produzam maior número de sementes por vagem.

Em somatório a altura, se correlacionou negativamente com sementes retidas em peneiras menores de 5 e 5.5 mm, indicando que planta mais altas produzem sementes maiores.

Para a variável produtividade houve correlação positiva no grupo A, entre esta, e sementes retidas em peneiras 6.5 e 7.0, além do número de sementes. Contrariando estudos como Ávila et al. (2008), que ao analisar duas peneiras (5,5 e 7 mm) concluiu que o tamanho das sementes não influencia na produtividade da soja e Pádua et al. (2010), que avaliou três peneiras de soja, e obteve como maior produtividade sementes da peneira 6,0 mm

Para a variável peso de mil sementes assim como no grupo B, houve correlação positiva com as sementes retidas nas peneiras, 7.0 e 7.5 e com o número de nós. Porém houve correlação negativa sobre o número de sementes por vagem, sendo que se correlacionou negativamente com vagens contendo três sementes.

O número de vagens também está correlacionado positivamente com vagens vazias, e contendo uma e duas sementes, similar ao grupo B. Porém o grupo A apresentou correlação positiva entre o número de vagens e de sementes, concordando com o processo de compensação já citado, onde a planta naturalmente devido a sua plasticidade regula o desenvolvimento de produção de sementes por área.

Para as peneiras 5.0 e 5.5 houve correlação negativa com o número de nós. O que vai de encontro com estudos de Santos (2018) que testou três peneiras e houve maior produção de vagens e sementes na peneira 5.0, pois como já comentado as estruturas reprodutivas são fixadas nas axilas da planta.

Houve uma correlação negativa entre as peneiras de 5.0 a 6.5 com as vagens contendo três sementes e também ocorreu correlação positiva com a peneira 7.5 mm e vagens contendo duas sementes, demonstrando uma tendência de sementes maiores serem produzidas em vagens contendo duas sementes.

Em somatório, contrariando Meier (2019) que em estudos concluiu que a massa de grãos tendeu ser maior quando havia um maior número de grãos nos legumes.

Estudo II – Qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em áreas de terras baixas

Por meio do uso de semente provenientes de cultivares melhoradas é possível obter-se maior estabilidade na produção, promovendo assim rentabilidade ao produtor, pois essas podem apresentar maior resistência as principais doenças e pragas, além de melhor tolerância aos fatores abióticos (RAMOS et al., 2018).

Devido necessidade de identificar cultivares com essas características e que produzam sementes de qualidade este trabalho deteve-se em avaliar

apenas o grupo A, visto que o grupo B foi composto por sementes que não obtiveram padrões mínimos de acordo com o teste de tetrazólio.

A qualidade fisiológica de sementes demonstrou forte magnitude de correlação com a altura de plântulas, pois a altura de planta está positivamente correlacionada com a presença de plântulas anormais e morta, e negativamente com primeira contagem de germinação, plântulas normais, comprimento de parte aérea e radicular, resposta ao teste de envelhecimento acelerado.

Observou-se no teste de primeira contagem de germinação uma correlação positiva com as variáveis plântulas normais e as variáveis comprimento de plântula, massa seca radicular e envelhecimento acelerado. Além disso, obteve-se uma correlação negativa com as mesmas variáveis e as plântulas anormais e mortas, demonstrando assim que todos os testes de qualidade fisiológica de sementes estão interligados.

Entretanto, para a formação de plântulas normais se reafirmou a correlação positiva com as variáveis comprimento de plântula, massa seca radicular e envelhecimento acelerado, assim evidenciando magnitude da importância desses componentes sobre a qualidade fisiológica de sementes.

Para o teste de germinação houve a correlação positiva entre plântulas normais com as sementes retidas nas peneiras 6 e 6.5, concordando com estudos como em Coelho (2019b) que concluiu que sementes da peneira de 6 mm apresentam maiores taxas de germinação, os mesmos autores ainda afirmam que a classificação de sementes possui influência direta sobre a porcentagem de germinação e vigor das sementes.

As plântulas normais ainda se correlacionaram positivamente com vagens contendo três sementes, apontando que esse parâmetro não é interessante apenas para produtividade, mas também para a qualidade fisiológica de sementes. Também, correlacionou-se positivamente com o número de sementes, demonstrando novamente a superioridade produtiva frente as demais.

Para os testes de primeira contagem de germinação e de plântulas normais no teste de germinação apresentou-se correlação negativa com a variável número de nós, em somatório houve correlação positiva entre o número de nós e o número de plântulas anormais e mortas.

Sementes mortas e anormais são um problema em qualquer lavoura pois um desempenho ineficiente no campo leva um dos principais riscos para a produção, a elevação do custo de produção, pois faz-se necessário desistir da cultura ou a ressemeadura (COELHO, 2019b). Ambas as variáveis citadas apresentaram correlação positiva com o número de nós.

Para as variáveis de comprimento de plântula, houve correlação positiva entre o comprimento da parte aérea e as variáveis comprimento radicular e envelhecimento acelerado, segundo Peripoli et al., (2019) o tamanho de radícula é um componente importante para obtenção de um bom estande plântulas na lavoura.

O comprimento de parte aérea também obteve correlação positiva com a variável retenção de peneiras 6 mm e contrariamente houve correlação negativa com as vagens vazias, com uma e com duas sementes, reafirmando a tendência de vagens contendo três sementes e que sementes retidas em peneira 6 mm produzam sementes de melhor qualidade fisiológica.

Enquanto que para a variável comprimento radicular apenas as variáveis envelhecimento acelerado e massa seca da parte radicular apresentaram correlação positivamente, apresentando correlação negativa com o número de nós. Segundo Navarro e Costa (2002) o estabelecimento de alto número de nós para o surgimento de estruturas reprodutivas, ocasiona maior demanda de energia para manutenção dessas estruturas, e estabelece forte competição entre as estruturas vegetativas e reprodutivas da planta, e poderia explicar sementes com menor reserva acumulada para proporcionar uma plântula normal.

O teste de envelhecimento acelerado é um teste de vigor de sementes que provoca condições estressantes de alta umidade e temperatura visando avaliar a qualidade de um lote de sementes após o período de seis meses de armazenamento. Este teste, apresentou correlação positiva com a variável retenção de peneiras em 5.0, 5.5 e 6.0 mm contrariando Coelho et al. (2019b) observou que sementes que a prolongação do período de armazenamento para todas as peneiras avaliadas causou redução na taxa de massa de matéria seca da plântula e que plântulas oriundas de peneiras maiores apresentariam maior vantagem frente aquelas provenientes de peneira 5.0 mm.

Ainda nos testes de plântulas, a avaliação da massa seca de plântula obteve-se correlação positiva com número de vagens vazias. Esse comportamento possivelmente deve-se a distribuição de fotoassimilados em menor número de vagens, formando vagens com maior número de sementes e mais sementes mais bem formadas, e vagens com aborto de grãos.

Para a variável comprimento da parte aérea houve correlação positiva com o número de sementes enquanto o comprimento da parte radicular correlacionando-se o envelhecimento acelerado. Demonstrando assim que diversos fatores são responsáveis e correlacionados dentro de um só componente de rendimento, a correlação entre o comprimento radicular e o envelhecimento acelerado possivelmente estão interligados com a quantidade armazenada de fitomassa dentro da semente.

Cristal

Estudo I – Desempenho de onze cultivares de soja em área de terras baixas.

Através da interpretação dos resultados dos coeficientes de correlação de Pearson sobre associação linear entre dois caracteres, obteve-se diferenças nos grupos A e B.

A variável população de plantas é um fator determinante para o arranjo de plantas em um ambiente de produção e crescimento da soja (FISS et al., 2018), tendo em vista que controla a competição intraespecífica por recursos abióticos, alterando a arquitetura das plantas e o manejo fitossanitário (YOKOYAMA et al., 2018). Porém, a correlação desta variável com os componentes de rendimento ocorreu somente no grupo B, e de forma negativa, com as variáveis altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume e o número de nós, tornando possível inferir-se que populações maiores produzem plantas mais compactas. Contrariando Mauad (2010) que em estudos concluiu que com o aumento da densidade populacional, aumenta-se a competição intraespecífica por luz, ocasionando o estiolamento das plantas e provocando maiores alturas e Ferreira et al., (2016) que afirmou haver compensação do menor número de plantas por área pela menor altura da haste, devido a maior emissão de ramos.

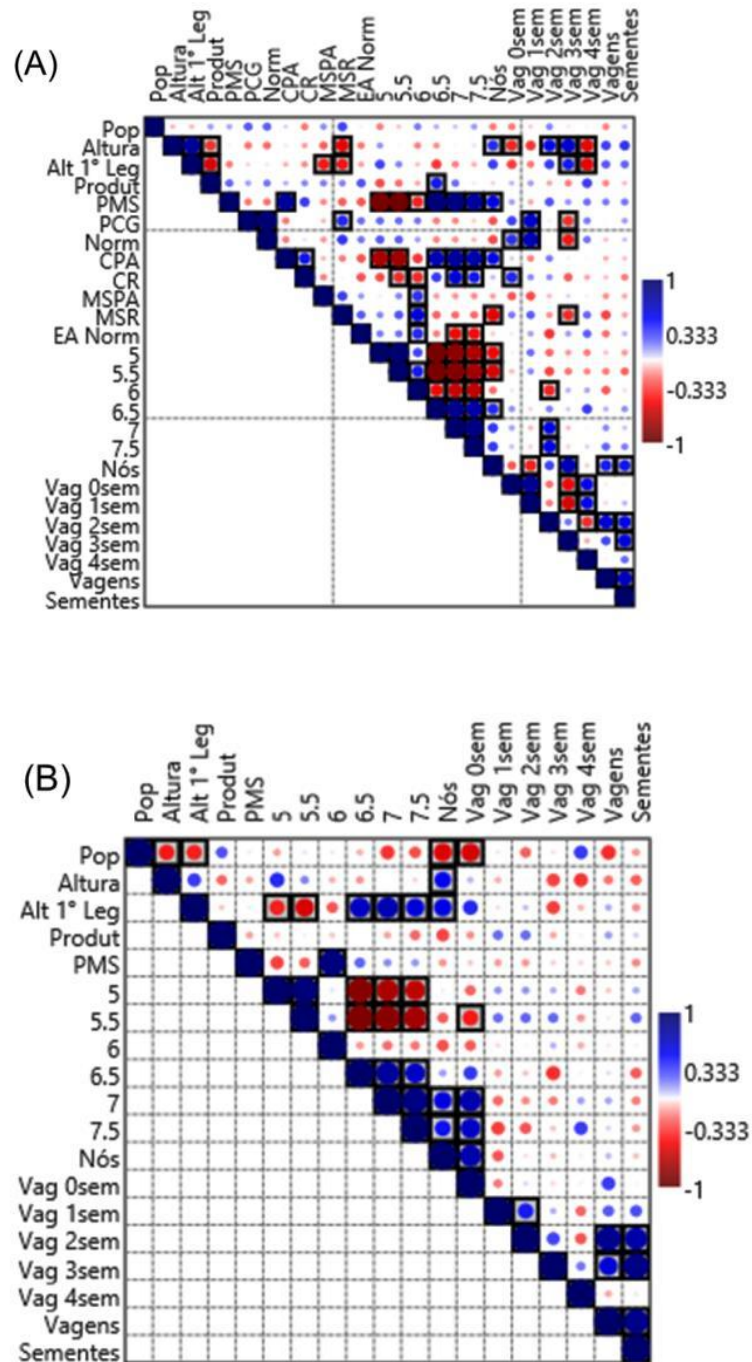


Figura 20. Correlação de Pearson entre variáveis agrônômicas utilizadas para determinação do desempenho dos cultivares HO Jacuí IPRO, HO Buricá IPRO, HO Pirapó IPRO, HO Tererê IPRO, Brasmax Fibra IPRO e TEC IRGA 6070 RR (A) HO Amambay IPRO, Brasmax Valente RR, TMG 7260 IPRO, BS 2606 IPRO e SYN 1561 IPRO. Círculos azuis indicam correlação positiva, enquanto os vermelhos indicam correlação negativa. A intensidade das cores azul e vermelha está atrelada a significância da correlação. Caixas ao entorno dos círculos indicam a presença de significância a 5% de probabilidade. Siglas nas figuras representam população de plantas (m²), altura média das plantas, produção de sementes (kg ha⁻¹), peso de mil sementes, primeira contagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas, Comprimento de parte aérea e de raiz, massa seca de parte aérea e raiz, plântulas normais após envelhecimento acelerado, porcentagem de sementes obtidas nas peneiras 5, 5.5, 6, 6.5, 7 e 7.5 mm, número de nós, vagens com 0, 1, 2, 3 e 4 sementes, número de vagens e sementes por planta.

A variável população de plantas também apresentou correlação negativa com o número de vagens vazias. Segundo Câmara e Heiffig (2000) a alongação da haste principal, a produção de vagens e sementes, está ligada diretamente com a radiação solar e fotossíntese, desta forma uma maior população eleva a competição por recursos abióticos, como a radiação solar, diminuindo o número de sementes por vagem. Além disso, de acordo com Dellagostin (2019), que em estudos com plantas provenientes de sementes menos vigorosas concluiu que uma menor população, pode provocar uma menor competição intraespecífica aumentando a capacidade de direcionar fotoassimilados para a de vagens e enchimento de grãos.

Para variável altura de inserção da primeira vagem houve correlação positiva com as sementes retidas em peneiras de 6.5 a 7.5 mm e correlação negativa entre 5.0 e 5.5, indicando que a altura de inserção está relacionada ao tamanho da semente produzida. Possivelmente essa correlação está ligada a quantidade de radiação absorvida pelas plantas, pois segundo Carmo (2017) a variável altura de inserção de vagem está ligada diretamente à radiação solar, ainda segundo os autores, quanto maior a radiação direta na porção inferior do dossel, mais baixa a altura de inserção da primeira vagem.

O grupo B apresentou correlação positiva entre as variáveis altura de planta e altura de inserção da primeira vagem com o número de nós. O que demonstra que as três variáveis estiveram correlacionadas em alta magnitude para essas cultivares e nesse ambiente, pois segundo Barbosa et al. (2014), a soja para adaptar-se a diferentes condições ambientais modifica-se em relação dois componentes, principalmente a correlação dos caracteres número de nós reprodutivos na haste principal e ramificações por planta, devido a alterações como manejo nutricional e na época de semeadura.

Para a variável produtividade não houve correlação significativa. Entretanto, a variável peso de mil sementes apresentou, sendo ela positiva com as sementes retidas na peneira 6.0 mm. E o grupo A apresentou significância positiva, com a variável retenção de peneiras 6.5, 7.0 e 7.5 mm e negativamente para as peneiras 5.0, 5.5 e 6.0, infere-se que sementes mais pesadas, tenham obtido maior porção de fotoassimilado, embriões mais bem formados e assim maior tamanho (PÁDUA et al., 2010).

Além disso, foi observada uma correlação negativa entre vagens vazias e sementes retidas em peneira 5.5 mm e positiva para sementes retidas em peneiras 7.0 e 7.5, demonstrando um padrão de sementes maiores abortar vagens e diminuir os drenos, aumentando a quantidade de fotoassimilados alocados nas sementes formadas. Concordando com essa possibilidade as sementes retidas nas peneiras 7.0 e 7.5 mm ainda se correlacionaram positivamente com as vagens que continham duas sementes.

Para a variável número de nós houve correlação positiva com sementes retidas em peneiras 7.0 e 7.5 mm, como já citado as vagens são aderidas nos nós da planta, conseqüentemente interligado com a produção de sementes, assim demonstrando tendência dessas sementes serem produzidas em um grande número de vagens contendo duas sementes.

Ainda sobre o grupo B houve apenas correlações de magnitude positivas, as vagens contendo uma e duas sementes correlacionaram-se entre si, as vagens contendo duas e três sementes correlacionaram-se com o número de vagens e de sementes.

Para o grupo A, não houve correlação significativa para a variável população de plantas, contrariamente houve para a altura de plantas, a qual apresentou-se correlacionada de forma positiva com as variáveis altura de inserção da primeira vagem e número de nós, assim como já apresentado no grupo B. Entende-se que esse comportamento tenha sido influenciado pelo hábito de crescimento homogêneo para todas as cultivares e por apresentarem-se em grupos de maturação relativa aproximados, o que poderia ocasionar prolongação do período anterior do início do florescimento, e dessa forma, aumentar seu período vegetativo induzindo o crescimento da planta e o aumento do número de nós (RIBEIRO, 2019).

O levantamento de informações sobre altura da planta e a altura de inserção da primeira vagem são de suma importância, pois no momento de colheita a variável inserção da primeira vagem é uma característica que determina a regulação da altura da barra de corte da colhedora (RAMOS et al., 2018).

A variável altura de plantas está correlacionada negativamente com vagens vazias, possivelmente pela divisão de fotoassimilados de forma mais

homogênea, porém muitas vezes causando sementes menores, como já citado.

Obteve-se correlação positiva entre a variável altura de plantas e as vagens contendo duas e três sementes e negativa com vagens contendo mais de três sementes. Demonstra possibilidade de um efeito positivo sobre a produtividade, pois segundo Meier (2019) ao classificar o peso de mil grãos pelo número de grãos que cada vagem continha, obteve como resultado que a massa de mil grãos oriunda de vagens com três grãos foi superior as demais, tendo suas médias seguidas por grãos advindos de vagens com dois grãos.

Em adição, ocorreu correlação positiva entre altura de inserção da primeira vagem com vagens contendo três sementes, e negativa com vagens contendo mais de três sementes, reafirmando os resultados encontrados para a altura de plantas.

Segundo Meotti et al. (2012), observaram a existência da associação positiva entre as variáveis altura de inserção do primeiro legume e número de legumes por planta, pois a elevação da inserção do primeiro legume, pode ocasionar elevado potencial produtivo. Contrariando os autores, o presente trabalho apresenta correlação negativa da produtividade com as variáveis altura de plantas e altura de inserção do primeiro legume.

A variável produtividade apresentou significância apenas no grupo A, sendo ela positiva conforme os coeficientes de correlação de Pearson, com o teste retenção de peneiras em 6.5 mm. Da mesma forma que o grupo A comportou em Arambaré, contrariando. Sores et al., (2019) em estudos concluiu que tamanho das sementes não influencia a produtividade.

Para a variável peso de mil sementes foi observado uma correlação positiva com a variável número de nós. Conforme Souza (2018) um dos mecanismos de adaptação da soja em baixas populações é aumentar o número de ramos, conseqüentemente o número de vagens o que afetaria o número de nós reprodutivos, desta forma, demonstra uma característica de compensação diminuindo drenos de fotoassimilados e depositando-os em menor número de sementes, possivelmente mais pesadas.

Em somatório o número de nós se correlacionou positivamente ao número de vagens e de sementes, visto que as estruturas reprodutivas são anexadas nas axilas da planta (nós) esse fator poderia explicar essa

correlação, pois um maior número de nós propicia um maior número de vagens, que ocasionará em um maior número de sementes.

Dentro do grupo A também ocorreu uma correlação positiva das variáveis vagens vazias e vagens contendo uma semente, assim como com a variável vagens contendo quatro sementes. Ademais, obteve correlação negativa para vagens contendo três sementes, retomando a ideia de vagens contendo três sementes apresentarem-se superior as demais.

As vagens contendo três sementes apresentaram correlação positiva com o número total de sementes. Observa-se que plantas mais bem formadas são capacitadas a formar maior número de sementes sendo elas provenientes de vagens contendo três sementes.

Para a variável número de vagem obteve-se os mesmos resultados para ambos os grupos, a correlação positiva entre a variável e o número total de sementes.

Estudo II – Qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em áreas de terras baixas

No presente trabalho foi possível observar a correlação positiva entre a variável primeira contagem de germinação com as variáveis massa seca da parte radicular e vagens contendo uma semente. Apontando esses componentes como os principais para obtenção de plântulas vigorosas, o vigor de sementes está ligado capacidade e velocidade de converter reservas armazenadas nas sementes através de um processo enzimático e de translocar-lo até pontos de crescimento, sendo ele por meio do crescimento radicular e/ou do meristema apical da plúmula (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Na formação de plântulas normais pelo teste de germinação, resultados semelhantes foram visualizados, pois houve correlação positiva entre vagens contendo uma semente com a formação de plântulas normais. Obteve-se também, correlação negativa de ambos os testes já citados com a variável vagens contendo três sementes, contrariando o padrão que era desejado anteriormente ao pensar-se em produtividade, pois sobre a qualidade fisiológica de sementes as vagens com menor número de sementes apresentaram melhor desempenho.

Para o comprimento de plântulas obteve-se correlação positiva entre a parte aérea e a variável comprimento radicular demonstrando que o sistema de formação de plântulas é equilibrado entre os pontos de crescimento, já citados.

Para o comprimento de parte aérea também houve correlação positiva com o peso de mil sementes, possivelmente dado em função de sementes mais pesadas apresentarem maior quantidade de reservas armazenadas. A quantidade de reservas é um dos fatores que determinantes da qualidade fisiológica das sementes, pois a plântula a utiliza até ser capaz de realizar a fotossíntese (MARCOS FILHO, 2015).

O comprimento da parte aérea também se correlacionou positivamente com o número de nós, enquanto o comprimento da parte radicular ainda apresentou correlação positiva com o número de vagens vazias. Demonstrando um padrão de planta para melhor qualidade fisiológica de sementes, produzindo mais vagens e com apenas uma semente.

Corroborando com a importância de reservas armazenadas sementes retidas em peneiras maiores sendo elas 6.5, 7.0 e 7.5 mm apresentaram correlação positiva com o comprimento da parte aérea, enquanto houve correlação negativa com sementes retidas em peneiras menores, 5.0 e 5.5mm. O comprimento radicular comportou-se de forma similar com correlação positiva para as sementes retidas em peneiras 7.0 e 7.5 mm e negativa para as peneiras 5.5 e 6.0mm.

A variável massa seca de plântula correlacionou-se negativamente com a variável altura de inserção da primeira vagem. Em somatório a massa seca da parte radicular obteve correlação negativa com as variáveis altura de inserção da primeira vagem e altura de plantas, a busca por fatores bióticos como luz, pode causar o estiolamento da planta assim como competição intraespecífica aumentando a altura de plantas, o que pode afetar a alocação de massa seca nas plantas e assim ocasionar redução no rendimento (DE ALMEIDA; MUNDSTOCK., 2001).

A massa seca radicular apresentou correlação negativa com vagens contendo três sementes, demonstrando novamente que o padrão não é idealizado para a escolha de cultivares visando a produção de sementes e sim de grãos. A variável ainda apresentou correlação negativa com o número de nós.

Para as variáveis massa seca de plântula e envelhecimento acelerado, houve correlação positiva com a variável retenção de peneiras 6.0mm, apontando superioridade deste tamanho de peneira frente aos demais.

O teste de envelhecimento acelerado provoca condições inóspitas para a semente, simulando a sua condição após armazenamento conforme o seu processo de deterioração, sendo um teste de vigor, pois conforme Panozzo et al. (2009) o vigor é o inverso da deterioração da semente. Assim, uma semente mais vigorosa é menos deteriorada. O teste citado obteve correlação negativa com a variável sementes retidas em peneiras 7.0 e 7.5mm, contrariando a hipótese que sementes maiores armazenam obrigatoriamente mais reservas do que peneiras menores.

Conclusão

Plantas mais baixas e com menor números de nós produzem sementes com maior qualidade fisiológica de sementes.

O peso de mil sementes de soja apresenta alta correlação com o tamanho das sementes.

Considerações Finais

Devido o experimento ser conduzido em plantio ser convencional na cidade de Arambaré e de plantio convencional na cidade de Cristal, não foi possível a comparação direta entre os dois experimentos, esse fator pode ter influenciado diretamente no resultado pois as condições de solo antes da instalação do experimento eram bastante diferentes.

Outro fator que impossibilitou a comparação direta dos dois experimentos foi a população estabelecida, sendo a de Arambaré superior à de Cristal, o que também pode ter sido influenciado pelas características de manejo dos solos.

Plantas mais altas, com maior altura para a inserção do primeiro legume e número de nós apresentaram qualidade de sementes diminuída.

A melhor qualidade de sementes e o mais alto peso de mil sementes mantiveram-se próximo ao tamanho de peneira 6,0 mm.

Referências Bibliográficas

- ALI, M.R.; RAHMAN, M.M.; AHAMMAD, K.U. Effect of relative humidity, initial seed moisture content and storage container on soybean (*Glycine max* L. Meril.) seed quality. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.39, n.3, p.461-469, 2014.
- ANDRADE, Fabricio Ribeiro. et al. Características agronômicas e produtivas da soja cultivada em planta convencional e cruzada. **Revista de Agricultura**, v.91, n.1, p.81-91, 2016.
- ARGENTA, Gilber; SILVA, Paulo Regis Ferreira da; SANGOI, Luís. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência rural**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed vigor testing handbook**. New York; p.341, 2009.
- ÁVILA, Marizangela Rizzatti; BRACCINI, Alessandro de Lucca; SCAPIM, Carlos Alberto. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 117-124, 2007.
- ÁVILA, Wayner et al. Influência do tamanho da semente na produtividade de variedades de soja. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 83-89, 2008.
- BADINELLI, P.G. et al. **Avaliações de genótipos de soja em áreas orízicolas do estado do Rio Grande do Sul (rs) - safra 2014-2015**. Pelotas: Congresso do arroz, 2015.
- BAILEY-SERRES, Julia et al. Making sense of low oxygen sensing. **Trends in plant science**, v. 17, n. 3, p. 129-138, 2012.
- BAJGAIN, Rajen et al. Biomass production and yield of soybean grown under converted paddy fields with excess water during the early growth stage. **Field Crops Research**, v. 180, p. 221-227, 2015.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Semeadura cruzada, espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura influenciando o crescimento e a produtividade de duas cultivares de soja. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.
- BÁRBARO, Ivana Marino. **Análises genéticas em populações de soja com precocidade e resistência ao cancro da haste**. Jaboticabal, 2006. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.
- BARBOSA, G.F.; CENTURION, M.A.P. DE C.; FERRAUDO, A.S. Potencial do manejo integrado da ferrugem asiática da soja: severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção, cultivar MG/BR-46 (Conquista). **Bioscience journal**, vol. 30, n. 1, p. 76-89, 2014.

BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 581- 588, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p. http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf

CABRAL, Carlos EA, et al. Soil compaction and primary macronutrients in *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2012, 16.4: 362-367.

CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L.S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G. M. S. **Soja tecnologia da produção II**. Piracicaba ESALQ p.81 -119, 2000.

CARMO, Eduardo Lima et al. Desempenho agrônômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, p. 61-69, 2018.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

COELHO, Paulo Henrique Moreira et al. Crescimento e produtividade de dois cultivares de soja em função de doses de silício. **Journal of neotropical agriculture**, v. 6, n. 3, p. 60-65, 2019.

COELHO, Elisângela Borges et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica da soja. **Ipê agronomic journal**, v. 3, n. 1, p. 71-79, 2019.

CONAB. Acomp. safra bras. grãos, v. 7 Safra 2019/20 - Segundo levantamento, Brasília, p. 1-110 novem 2019.

CRUZ, Simério Carlos Silva et al. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.

DE ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. Light quality affects tillering on wheat when grown under competition. **Ciencia Rural (Brazil)**, 2001.

DE SOUZA LEITE, Wallace et al. Genetic parameters estimation, correlations and selection indexes for six agronomic traits in soybean lines F8. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 302-310, 2016.

DELLAGOSTIN, Simone Morgan. **Rendimento, qualidade física e fisiológica de sementes de soja em resposta a níveis de vigor, distribuição de fertilizante e variáveis climatológicas**. 2019.

EMBRAPA. 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, EMBRAPA Centro. Nacional de Pesquisa de Solos/SPI. 421 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados econômicos de produção de soja - 2019**. Londrina: Embrapa Soja, 2019.

FANTE, Camila Argenta et al. Respostas fisiológicas em cultivares de soja submetidas ao alagamento em diferentes estádios. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 253-261, 2010.

FERRARI, Elisangela; DA PAZ, Adriano; DA SILVA, Andréa Carvalho. Déficit hídrico e altas temperaturas no metabolismo da soja em sementeiras antecipadas. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.

FISS, Guilherme et al. Produtividade e características agronômicas da soja em função de falhas na semeadura. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, 2018.

FORTES, A. B. 1979. **Compêndio de geografia geral do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Sulina. 101 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010.

FREITAS, Rogério Edivaldo; MENDONÇA, Marco Aurélio Alves de. Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 3, p. 497-516, 2016.

GAUDÊNCIO, C. et al. População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1990.

GONDIN, Pedro Henrique Rodrigues. **Industrialização da soja no Brasil**. 2019. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

GOULART, A. C. P. Detecção e controle químico de *Colletotrichum* em sementes de soja e algodão. **Embrapa Agropecuária Oeste-Documentos (INFOTECA-E)**, 2009

HEIFFIG, Lília Sichmann et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

IRIBARREM, P. C. et al. Discriminação e discretização das terras baixas no estado Rio Grande do Sul: primeira aproximação. In: **Embrapa Clima Temperado-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 4., 2012, Pelotas. Ciência e inovação para 2050: qual o futuro que queremos? Resumos e palestras... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM., 2012.

IBGE 2019. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Dados disponíveis

em:<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1846#/n1/all/v/all/p/1/c11255/90687,90691,90696,90705,90706,90707,93404,93405,93406,93407,93408,102880/l/v,,c11255+t+p/resultado>. Acesso em 30 de dezembro de 2019.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz (2017). Dados disponíveis em: <https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201810/24143018-soja-em-rotacao-com-arroz.pdf>.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz (2019). Dados disponíveis em: <https://irga.rs.gov.br/artigo>. Artigo - **Rotação em terras baixas: uma lavoura à parte**.

KÖPPEN, W. 1948. Climatología. **Fondo de Cultura**. p. 152-192.

KARACA, Cihan et al. Relations between crop water stress index and stomatal conductance of soybean depending on cultivars. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 27, n. 6, p. 4212-4219, 2018.

KHATOON, Amana et al. Analysis of response mechanism in soybean under low oxygen and flooding stresses using gel-base proteomics technique. **Molecular biology reports**, v. 39, n. 12, p. 10581-10594, 2012.

KOLCHINSKI, Eliane Maria; SCHUCH, Luis Osmar Braga; PESKE, Silmar Teichert. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 2, 2006.

KOMATSU, Setsuko et al. A comprehensive analysis of the soybean genes and proteins expressed under flooding stress using transcriptome and proteome techniques. **Journal of Proteome Research**, v. 8, n. 10, p. 4766-4778, 2009.

KUSS, Rejane Cristina Roppa et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1133-1137, 2008.

LUDWIG, Marcos Paulo. Desempenho agrônomo e qualidade de sementes de soja produzida em solo de várzea alagada. 2010. 115f. **Tese** (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

LUDWIG, Marcos Paulo. Características morfológicas de cultivares de soja convencionais e roundupreadytm em função da época e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, vol. 40, n. 4, p. 759-767. [Http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000400003](http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000400003)

MCBLAIN, B. A.; HUME, D. J. Reproductive abortion, yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 61, n. 3, p. 499-505, 1981.

MARCHESAN, Enio. et al. Manejo do solo e aplicação de gesso agrícola em um Planosol para cultivo de soja. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 11, e20161102, novembro de 2017.

MARCHEZAN, Enio. et al. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.303-308,2002.

MARCOS FILHO, Julio. Dormência de sementes. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, p. 253-289, 2005.

MARCOS FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2015.

MATHIAS, V; COELHO, C. M. M. Rendimento por peneiras de classificação e vigor em resposta às épocas de colheita de sementes de soja. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, 2018.

MAUAD, Munir et al. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MEIER, Carine et al. Performance agronômica e correlação linear entre componentes de rendimento da soja em segunda safra. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 933-941, 2019.

MEOTTI, G.V.; BENIN, G.; SILVA, R.R.; BECHE, E. & MUNARO, L.B. (2012) - Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 47, n. 1, p. 14-21. [Http://dx.doi.Org/10.1590/S0100-204X2012000100003](http://dx.doi.Org/10.1590/S0100-204X2012000100003)

MUNDSTOCK, C. M. et al. 2017. **SOJA 6000: Manejo para alta produtividade em terras baixas**. Porto Alegre: Gráfica e Editora RJR, 2017. 68 p

MENEGAZ, Winícius. **Taxa de multiplicação de sementes de soja em baixa densidade**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

MEROTTO JÚNIOR, A. et al. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, v.29, n.4, p.595-601, 1999.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1- 2:21.

NASCIMENTO, I.L. Determinação de metodologias para teste de germinação e vigor de sementes de quixabeira (**Bumelia obtusifolia** Roem et Schult. var. excelsa (DC) Mig.). **Revista Árvore**, v.37, n.4, p.701-706, 2013. <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v37n4/13.pdf>.

NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, A. C. Contribuição relativa dos componentes do crescimento para produção de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, 2002.

NUNES, Renan Thiago Carneiro et al. Nota científica-efeito da classificação por tamanho em sementes de girassol na avaliação da qualidade

fisiológica. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, v. 25, n. 1, p. 105-115, 2016.

OLSEN, D. **Variabilidade e desempenho em plantas de soja em função da qualidade fisiológica da semente**. 2016. Tese (PósGraduação) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

PÁDUA, G. P. Et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade na cultura da soja. **Revista brasileira de sementes**, Uberaba, v.32, n.3, p. 9-16, 2010.

PANOZZO, Luís Eduardo et al. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da Fzva**, Uruguaiana, v. 16, n. 1, p.32-41,2009

PARFITT, José Maria Barbat. et al. Irrigação e Drenagem para cultivo de soja e milho. In: EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S.A. da; OLIVEIRA, A. C. B.de. Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul. **Editoras Técnicas**. Brasília, DF: Embrapa, 336p. 2017.

PAZZIN, Dalcionei. **Comportamento de cultivares de soja cultivadas em solo de várzea submetidas a períodos de excesso hídrico**. 2012. Master's Thesis. Universidade Federal de Pelotas.

PEARSON, K. (1920) - Notes on the history of correlation. **Biometrika**, vol. 13, n. 1, p. 25-45. <https://doi.org/10.2307/2331722>.

PERIPOLLI, Mariane et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de dois tamanhos de peneira. **Vivências**, v. 15, n. 29, p. 267-278, 2019.

PINTO, Krzyanowski et al. Relationship between size and physiological potential of soya bean seeds under variations in water availability. **Seed Science and Technology**, 46, 3, 497-510
<https://doi.org/10.15258/sst.2018.46.3.07>

PIRES, João Leonardo Fernandes; SOPRANO, Eliséo; CASSOL, Bibiana. Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2002, 37.1: 41-50.

PIRES, João Leonardo Fernandes et al. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1541-1547, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1977.

RAMALHO, M. et al. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. 1993.

ROCHA, Thiago Schmitz Marques et al. Desempenho da soja cultivada em solo hidromórfico e não hidromórfico com ou sem irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 5, p. 293-302, 2017.

RAMOS, Souza Murilo; DE SOUZA, Pedro Afonso Messias; DE SOUZA, José Eduardo Barbosa. Desempenho agrônômico de linhagens de soja em ensaio vcu. **Ipê agronomicjournal**, v. 2, n. 2, p. 37-45, 2018.

RHINE, Matthew Douglas et al. Yield and nutritional responses to waterlogging of soybean cultivars. **Irrigation Science**, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2010.

RIBEIRO, Cristiano da Silva et al. **Semeadura antecipada e utilização de bioestimulante na cultura da soja no planalto catarinense**. 2019.

RINALDI, D.A. et al. Correlação entre heterose e divergência genética estimadas por cruzamentos dialélicos e marcadores RAPD em populações de milho pipoca. **Bragantia**, vol. 66, n. 2, p. 183-192.

RODRIGUES, D. DA S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E. & PESKE, S. T. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.30945/rcr-v20i2.260>.

ROSSO, Ricardo Benetti et al. Uso de camalhões de base larga para a viabilização do cultivo de soja em terras baixas. **IRRIGA**, v. 23, n. 4, p. 679-696, 2018.

SANTOS, A. J. F. **Influência do tamanho da semente no desenvolvimento vegetativo e produtividade em soja**, Goianésia, 2018. 27p. Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018.

SANTOS, Danilo Furtado dos. **Reação de cultivadores de soja a Meloidogyne morocciensis**. 2011. 50 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SARTORI, Gerson Meneghetti Sarzi et al. Sistemas de preparo do solo e de semeadura no rendimento de grãos de soja em área de várzea. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 492-498, 2016.

SAYAMA, Takashi et al. QTL analysis of seed-flooding tolerance in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.). **Plant Science**, v. 176, n. 4, p. 514-521, 2009.

SCHÖFFEL, Edgar Ricardo et al. Excesso hídrico sobre os componentes do rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2001.

SCHUCH, Luis Osmar Braga. Maximizando a produção com sementes de alto vigor. **SEED News**, Pelotas, v. 10, n. 3, p. 8-11, 2005.

SCHUCH, Luis Osmar Braga; KOLCHINSKI, Eliane Maria; FINATTO, Jonas Alex. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, 2009.

SHIMAMURA, Satoshi, et al. Stem hypertrophic lenticels and secondary aerenchyma enable oxygen transport to roots of soybean in flooded soil. **Annals of Botany**, 2010, 106.2: 277-284.

SILVA, Tiago Alexandre da, et al. Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. **Ciência Rural**, 2016, 46.2: 227-232.

SILVA, Éder David Borges. Componentes de rendimento da soja. Pionner, 2015. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/46/estimando-a-produtividade-na-cultura-da-soja>.

SERVIÇO DE EXTENSÃO COOPERATIVA (AMES). **Como uma planta de soja se desenvolve**. Ames: Universidade Estadual de Ciência e Tecnologia de Iowa, 1994. 20p.

SOARES, IO et al. Interação entre cultivares de soja e densidade de sementes. **American Journal Plant Science**, v.6, n.9, p.1425-1434, 2015.

SOARES, Cristiane Moi et al. Qualidade e desempenho da cultura da soja submetida a diferentes formas de tratamento e tamanho de sementes. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 1, p. 69-75, 2019.

THEISEN, Giovani, et al. Ação de regulador do metabolismo de etileno sobre a produtividade de soja cultivada em terras baixas. **Embrapa Clima Temperado-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2008.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248 p.

THOMAS, A. L.; LANGE, C. E. **Soja em solos de várzea do Sul do Brasil**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

THOMAS, A.L; PIRES, J.L; MENEZES, V. G. Rendimento de grãos de cultivares de soja em solos de varzea. **Pesquisa Agropecuaria Gaucha**. v6, n1, p 107-112, 2000.

TORRES, Francisco E. et al. Desempenho agronômico e dissimilaridade genética entre genótipos de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 111-117, 2015.

TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro; REZENDE, Pedro Milanez de; SALVADOR, Nilson. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

TUNES, Lilian Madruga. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, v. 41, n.1, p. 33-37, 2011.

USDA, 2019. **USDA Oilseeds: Worlds markets and trade.** <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf> acesso em 30 de dezembro de 2019.

VASCONCELOS, Edmar Soares de et al. Produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclos precoce e médio. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1203-1214, 2015.

VILLWOCK, Jorge A.; TOMAZELLI, Luiz José; TÉCNICAS, Notas. Geologia costeira do Rio Grande do sul. **Notas técnicas**, v. 8, p. 1-45, 1995.

YOKOYAMA, Anderson Hideo et al. Índice de área foliar e SPAD durante o ciclo da soja em função da densidade de plantas e sua relação com a produtividade de grãos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 4, p. 531-538, 2018.

ZANON, Alencar Junior et al. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, v. 74, n. 4, p. 400-411, 2015.

ZANON, Alencar Junior et al. Growth habit effect on development of modern soybean cultivars after beginning of bloom in Rio Grande do Sul. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p. 445-458, 2016.

ZANON, Alencar Junior et al. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 279-290, 2015.

ZHU, Jian-Kang. Abiotic stress signaling and responses in plants. **Cell**, v. 167, n.2, p. 313-324, 2016.

Apêndices:



Anexo

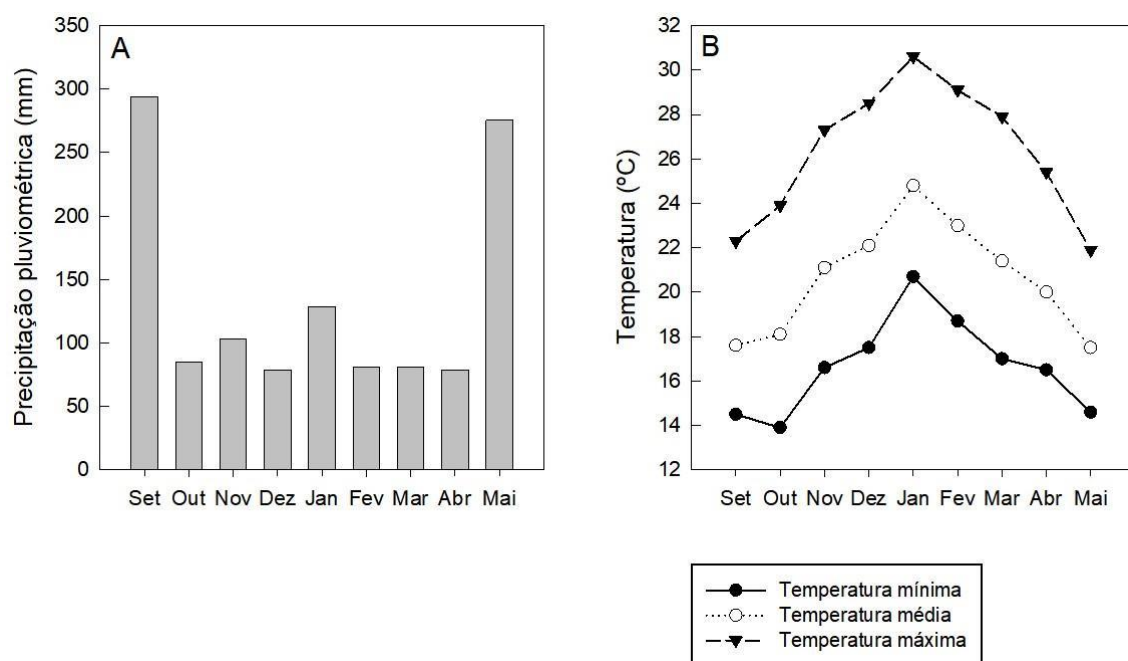


Figura 1. Dados de precipitação pluviométrica (A) e Temperatura (B) coletados em uma estação meteorológica no município de Camaquã-RS (INMET). UFPel, 2020.