

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

Manejo da produção de sementes de soja e trigo em diferentes ambientes

Ruddy Alvaro Veliz Escalera

Pelotas, 2019

Ruddy Alvaro Veliz Escalera
Engenheiro Agrônomo

Manejo da produção de sementes de soja e trigo em diferentes ambientes

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 Mestre em Ciências.

Orientador:

Prof. Dr. Tiago Pedó (FAEM/UFPEL)

Co-Orientador:

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde (FAEM/UFPEL)

Prof. Dr. Ivan Ricardo Carvalho (UNIJUÍ)

Pelotas, 2019

Rio Grande do Sul - Brasil

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

E74m Escalera, Ruddy Alvaro Veliz

Manejo da produção de sementes de soja e trigo em diferentes ambientes / Ruddy Alvaro Veliz Escalera ; Tiago Pedó, orientador ; Tiago Zanatta Aumonde, Ivan Ricardo Carvalho, coorientadores. — Pelotas, 2019.

92 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Glycine max. 2. Triticum aestivum. 3. Glyphosate. 4. Formulações. 5. Qualidade de sementes. I. Pedó, Tiago, orient. II. Aumonde, Tiago Zanatta, coorient. III. Carvalho, Ivan Ricardo, coorient. IV. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Ruddy Alvaro Veliz Escalera

Manejo da produção de sementes de soja e trigo em diferentes ambientes

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

Data da Defesa: 21/03/2019.

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Tiago Pedó (Orientador)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel

.....
Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

.....
Eng. Agr. Dr. Géri Eduardo Meneghello
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel

.....
Eng. Agr. Dr. Ademir dos Santos Amaral
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

“Conhecimento é importante, mas conhecimento sozinho só me faria enxergar mais longe. A vontade é que me tiraria do lugar. Só conhecimento me faria ser um farol na praia, iluminaria longe mas eu ficaria estático. A vontade sozinha me faria andar, mas sem enxergar o que estaria na minha frente. Que conhecimento junto com a vontade me fariam alcançar o que eu quisesse”

Anónimo

Dedico...

Aos meus pais Santiago Veliz e Martha Escalera pelo incentivo, amor e apoio incondicional nas minhas decisões ao longo desta caminhada.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde, paz e sabedoria para vencer esta etapa.

Aos meus pais, Santiago e Martha, e aos meus irmãos, Elvis e Ana Cristina, pelo amor, incentivo e por estarem sempre me apoiando apesar da distância.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tiago Pedó, pela valiosa orientação, pela paciência, conselhos, ensinamentos e amizade.

Aos meus co-orientadores, Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde e Dr. Ivan Ricardo Carvalho, pelos ensinamentos, dedicação e amizade.

Ao Dr. Ademir dos Santos Amaral pelo auxílio, amizade e apoio incondicional, no decorrer do trabalho.

Aos amigos e colegas do Programa de Pós-Graduação Lanes Beatriz Acosta Jaques, Vinicius Jardel Zsareski, Simone Morgan Dellagostin, Felipe Koch em especial ao João Roberto Pimentel e Cristian Troyjack, muito obrigado pelo apoio, amizade e parceria.

A todos os estagiários da linha de pesquisa, pelo comprometimento e apoio durante as atividades desenvolvidas.

Ao Programa de Pós-Graduação em ciência e tecnologia de sementes pela oportunidade e a todo o corpo docente por todo aprendizado.

Ao Conselho nacional de pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos

A todos vocês, **MUITO OBRIGADO.**

Resumo

ESCALERA, Ruddy Alvaro Veliz. **Manejo da produção de sementes de soja e trigo em diferentes ambientes**. 2019. 95f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

O presente trabalho compreende de dois experimentos realizado entre Outubro de 2017 e Agosto de 2018, objetivando avaliar o efeito de diferentes formulações de glifosato na nodulação, desempenho agronômico, rendimento e qualidade de sementes da soja em duas épocas de semeadura, assim como a avaliar a qualidade de diferentes cultivares de trigo, visando a correlação da associação dos atributos fisiológicos, físicos e bioquímicos de cultivares de trigo. A aplicação das formulações de glifosato com as sais de isopropilamina, Dimetilamina, de potássio, amônio, e sem aplicação de glifosato, foram realizados em dois estádios vegetativos sequencialmente, para a época de semeadura de outubro e dezembro respectivamente. Foram avaliados caracteres de desempenho agronômico e rendimento de sementes por planta. Em laboratório foram avaliados a germinação e vigor das sementes. A aplicação de glifosato evidenciou influencia, sobre o desempenho agrônômico e rendimento, a época de semeadura de outubro evidenciou menor influência negativa dos glifosatos no rendimento de sementes por planta da soja. A qualidade fisiológica de sementes da soja não foi afetada pela aplicação das sais de glifosato, apenas a Sal de dimetil amina influenciou no tamanho de plântulas. Foi verificada diferença na qualidade entre cultivares de trigo, a germinação e o vigor das sementes apresentou correlação positiva com o teor de amido, fibras e cinzas, assim como com a massa de mil sementes. Existem diferenças entre os efeitos das sais de glifosato, que podem prejudicar o desempenho agrônômico e o rendimento, porém não afeta a viabilidade das sementes. Existe correlação positiva entre os atributos bioquímicos, físicos e fisiológicos de sementes de trigo, independente da cultivar e local de produção.

Palavras chave: *Glycine max*; *Triticum aestivum*; Glyphosate; Formulações; Qualidade de sementes.

Abstract

ESCALERA, Ruddy Alvaro Veliz. Management of soybean and wheat seed production in different environments. 2019. 95f. Dissertation (Master of Science) - Graduate Program in Science and Seed Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

The present work comprises two experiments carried out between October 2017 and August 2018 to evaluate the effect of different glyphosate formulations on nodulation, agronomic performance, yield and seed quality of soybean in two sowing seasons, as well as to evaluate the quality of different wheat cultivars, aiming the correlation of the association of the physiological, physical and biochemical attributes of wheat cultivars. The application of the glyphosate formulations with the isopropylamine, Dimethylamine, potassium, ammonium, and without glyphosate salts were carried out in two vegetative stages sequentially for the sowing season of October and December, respectively. Characteristics of agronomic performance and seed yield per plant were evaluated. Germination and seed vigor were evaluated in the laboratory. The application of glyphosate showed influence on agronomic performance and yield, the sowing season of October showed a lower negative influence of glyphosates on the yield of seeds per soybean plant. The physiological quality of soybean seeds was not affected by the application of glyphosate salts, only the dimethyl amine salt influenced the size of seedlings. It was observed a difference in quality between wheat cultivars, germination and vigor of the seeds showed a positive correlation with the content of starch, fibers and ashes, as well as with the mass of one thousand seeds. There are differences between the effects of glyphosate salts, which may impair agronomic performance and yield, but does not affect seed viability. There is a positive correlation between the biochemical, physical and physiological attributes of wheat seeds, regardless of the cultivar and place of production.

Keywords: *Glycine max*; *Triticum aestivum*; Glyphosate; formulations, seed quality.

Lista de figuras

Figura 1. Dados climatológicos e dia de semeadura.	22
Figura 2. Dados climatológicos e dia de colheita.....	39
Figura 3. Expressão isoenzimática Esterase e Superóxido-dismutase.	53
Figura 4. Expressão isoenzimática Fosfatase ácida e Glutamato ox.....	54
Figura 5. Expressão isoenzimática Esterase e Glutamato-ox transaminase.....	75

Lista de tabelas

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo.....	21
Tabela 2. Formulações e doses de Glifosatos.....	24
Tabela 3. Análise de Variância capítulo I.....	27
Tabela 4. Médias das épocas de semeadura capítulo I.....	28
Tabela 5. Interação de efeitos simples capítulo I.....	30
Tabela 6. Correlação linear capítulo I.....	35
Tabela 7. Tratamentos e épocas de semeadura capítulo II.....	40
Tabela 8. Análise de variância capítulo II.....	43
Tabela 9. Médias de efeitos principais capítulo II.....	44
Tabela 10. Médias de efeitos simples capítulo II.....	46
Tabela 11. Correlação linear capítulo II.....	49
Tabela 12. Correlação linear capítulo II.....	50
Tabela 13. Locais de produção de cultivares de trigo.....	57
Tabela 14. Análise de Variância capítulo III.....	62
Tabela 15. Resultados de médias capítulo III.....	64
Tabela 16. Resultados de médias capítulo III.....	65
Tabela 17. Correlação linear capítulo III.....	70
Tabela 18. Correlação canônica Bioquímico x Fisilógico.....	72
Tabela 19. Correlação Canônica Fisiológico x Físico.....	73

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 CAPÍTULO I.....	19
2.1 INTRODUÇÃO	19
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
2.4 CONCLUSÕES	36
3 CAPÍTULO II.....	37
3.1 INTRODUÇÃO	37
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	38
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
3.4 CONCLUSÕES	54
4 CAPÍTULO III.....	55
4.1 INTRODUÇÃO.....	55
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.4 CONCLUSÕES.....	75
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
6 REFERÊNCIAS.....	77

1 Introdução geral

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é destaque dentro do agronegócio mundial, que vem crescendo expressivamente nas últimas décadas, devido ao uso dos grãos da soja para a agroindústria de óleo vegetal e fabricação de ração animal, e em menor proporção para uso culinário. Os desenvolvimentos e novas tecnologias para a soja, permitiram o crescimento das áreas sojicultoras a nível mundial (LAZZAROTTO & HIRAKURI, 2009).

A soja é originária e foi domesticada no nordeste da China (SANTOS, 2011). A chegada da soja no Brasil foi por meio de navegações, o primeiro relato de cultivo foi em 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Logo foi levado por imigrantes Japoneses para São Paulo, e em 1914 se tem os primeiros registros de cultivo da soja no Estado de Rio Grande do Sul, no município de Santa Rosa, sendo esses locais que apresentaram maior adaptabilidade para as variedades que eram advindas dos Estados Unidos, e principalmente adaptação em relação ao fotoperíodo (FREITAS, 2011). Programas de melhoramento permitiram a expansão e adaptabilidade as demais regiões do Brasil dando ênfase no Cerrado brasileiro.

Atualmente a soja é uma das principais fontes de divisas para o Brasil no setor agrícola, sendo a cultura que ocupa a maior área. Na safra 2017/18 a área cultivada foi 35,1 milhões de hectares, com produção estimada de 119,2 milhões de toneladas e produtividade média de 3,3 t ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Pilares fundamentais para o desenvolvimento e expansão da soja no país relacionam-se ao uso de novas tecnologias tais como o melhoramento de cultivares, uso de eventos biotecnológicos inseridas no DNA das sementes, uso de sementes de alta qualidade, manejo de solos, pacotes tecnológicos para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas e maquinaria moderna.

Como mencionado anteriormente várias das tecnologias são transportadas e levadas até o agricultor por meio das sementes, sendo assim um insumo de muita importância na cadeia da produção. Assim aprimora-se a qualidade das sementes que permita expressar as vantagens das novas tecnologias.

A soja é a maior cultura produzida no Brasil por tanto a produção ocorre em propriedade de mediano e grande extensão, e o método de controle químico de plantas daninhas torna-se mais viável em termos de custos. O avanço de programas e tecnologias para o controle de plantas daninhas tornaram-se indispensáveis para um manejo de plantas invasoras de maneira sustentável (PEREIRA et al., 2000). Plantas daninhas na cultura da soja afetam o crescimento e desempenho da cultura, por competição por água, luz e nutrientes, reduzindo assim os recursos que teriam que ser disponibilizados para a cultura estabelecida, e, por consequência causando, redução na produtividade final e os danos ocasionados são irreversíveis (SILVA et al., 2008).

O desenvolvimento da resistência para qualquer herbicida pode-se dever a um processo de seleção ligado à variabilidade intraespecífica. Evidencia-se que qualquer população de plantas daninhas pode possuir biótipos resistentes devido a mutações que ocorrem naturalmente (VILLALBA, 2009). Assim, o contínuo uso de um mesmo herbicida expõe a uma população de plantas a uma pressão de seleção com o aumento de número de indivíduos resistentes. Vários são os relatos de produtores de soja que observaram resistência a herbicidas com diferentes mecanismos de ação e logo a chegada da tecnologia RR (Roundup Ready) e o glifosato permitiram o manejo dessas espécies resistentes no cultivo da soja, e utilizada como ferramenta para limpeza dessas áreas (IKEDA, 2013). Assim como também minimizar o impacto ambiental.

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas tornou-se um manejo indispensável, precisando de realização de programas de manejo de rotação de produtos, com a variabilidade de produtos no mercado, e a realização de pesquisas, com o objetivo de verificar os possíveis efeitos, susceptibilidade e residual para culturas posteriores a ser estabelecidas (ARTUZI & CONTIERO, 2006).

O começo da biotecnologia moderna permitiu um novo estágio para a agricultura, os avanços no campo do melhoramento vegetal, tem como consequência a dependência excessiva da agricultura das inovações mecânicas e químicas que foram pilares da revolução verde. A biotecnologia trouxe grandes vantagens para os agricultores como uma possível redução dos custos de produção, contribuindo na qualidade dos produtos, menor impacto ambiental e assim como um possível aumento do rendimento das culturas (SILVEIRA et al., 2005). Um destaque da biotecnologia é a soja transgênica RR, geneticamente modificada que tem a

tecnologia RR (Roundup Ready) inserida dentro dos genes, por isso tem a propriedade de tolerância ao herbicida não seletivo, glifosato (N-fosfometilglicina), atribuída por meio da inserção de um gene no tecido de soja que codifica a proteína CP4, extraído de uma espécie do gênero *Agrobacterium*, microrganismo que pode ser encontrado no solo, introduzido na soja pelo método de biobalística (REDDY, 2001).

Entre os herbicidas de maior uso no Brasil e em nível mundial se encontra o glifosato, assim como é o mais vendido no mundo. É um herbicida com efeito no sistema da planta, utilizado para dessecação, pode ser utilizado em muitas culturas em pré-semeadura e pós-emergência com amplo controle de plantas daninhas. Atua na inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSP sintase ou EPSPS) assim, a síntese de três aminoácidos essenciais triptofano, fenilalanina e tirosina, para que a planta gere proteínas e, outras substâncias que permitem o crescimento e o desenvolvimento da planta (REDDY et al., 2008).

Atualmente no mercado encontra-se diversas formulações de Glifosato, no entanto tais formulações apresentam o mesmo mecanismo de ação, seja independente dos sais que compõe a formulação, entre os sais de glicina, destacam-se a isopropilamina, Sal de dimetil amina, o sal de amônio e sal potássico (ANVISA, 2018).

As aplicações de glifosato podem trazer efeitos secundários negativos em plantas de soja com tecnologia RR (Roundup Ready), podendo ser susceptíveis a estresses que prejudiquem o seu crescimento e desenvolvimento normal de esta espécie (TAIZ & ZEIGER, 2009). Por isso vários autores já relataram os danos causados pela soja RR, evidenciando diferenças entre formulações e momentos de aplicação.

Em pesquisas realizadas estudando os efeitos do glifosato em plantas de soja RR, evidenciam que as aplicações com glifosato sob certas condições pode afetar, no balanço nutricional, processo de fotossínteses, crescimento e desenvolvimento normal, qualidade de sementes e nos componentes de produtividade (OLIVEIRA Jr et al., 2008; MEROTTO Jr et al., 2015), o que leva a ter um conhecimento de tais efeitos que comprometem o desempenho da soja RR, quando é aplicado o herbicida glifosato em pós-emergência.

Tem-se evidências também que a aplicação de glifosato, afeta negativamente na fixação biológica de N e em organismos endossimbiontes e bactérias fixadoras

de nitrogênio (SANTOS, 2004), reduzindo assim o número de nódulos das raízes produzidas por meio da simbiose entre a soja RR e rizóbios, sendo constatado por Santos et al. (2007) testando diferentes sais de glifosato, a quantidade de nódulos pode reduzir consideravelmente quando aplicados em pós-emergência. Assim, Chagas Jr et al. (2013) e Oliveira Jr et al. (2008) estudando a atividade nodular evidenciou efeitos negativos nas raízes, nódulos, colaborando com as pesquisa de aplicações de glifosato que prejudicam a simbiose entre rizóbio e soja.

Outro dos possíveis efeitos deletérios da aplicação do glifosato, é a redução da qualidade fisiológica de sementes, em estudo por Albercht e Ávila (2010) evidenciaram que aplicações de glifosato com maiores doses do recomendado comercialmente podem trazer, prejuízos no desempenho de sementes, assim como podem modificar a composição química, prejudicando no teor de proteína quando as aplicações são realizadas fora dos estádios recomendados ou perto da período reprodutivo.

A qualidade de sementes possui relação aos fatores bióticos e abióticos que atuam de forma direta ou indiretamente sobre esta estrutura reprodutiva, sendo expressa pela interação dos componentes genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). O componente fisiológico é influenciado pelo ambiente em que as sementes foram produzidas (FRANÇA-NETO et al., 2010), assim, pode se proceder a utilizar resultados de germinação e de testes de vigor, para diferenciar o potencial fisiológico de sementes em função dos tratos culturais aplicados (ANDRADE, 1999).

A qualidade de sementes é produzida no campo, e principalmente no processo de maturação das sementes, a desidratação e hidratação em ciclos da sementes, submetidas a fatores ambientais, é considerada como uma das principais causas da redução da qualidade de sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

De acordo com Krzyzanowski & França-neto (2001), o vigor de sementes é o inverso da deterioração, sendo que quanto maior o vigor menor a deterioração da semente. No processo de germinação, as alterações fisiológicas decorrentes de reduzido vigor são facilmente caracterizadas pelo decréscimo do porcentual de germinação das sementes, menor velocidade de crescimento de plântulas, produção de plântulas anormais, alterações bioquímicas relacionadas ao funcionamento dos sistemas enzimáticos envolvidos nos processos de disponibilização, mobilização e utilização das reservas na formação de tecidos da plântula em desenvolvimento.

Fatores diretos atuam sobre a semente, enquanto, os indiretos afetam processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem na planta matriz, alterando a partição de assimilados entre os diferentes órgãos, a biossíntese de compostos e o vigor de sementes (PESKE et al., 2012). A máxima qualidade fisiológica das sementes é atingida por ocasião na maturidade fisiológica e a partir desse ponto da curva de maturação, começam a ocorrer processos degenerativos, de natureza física, fisiológica ou bioquímica que caracterizam a deterioração (SANTOS et al., 2004).

Campos de produção que foram semeadas com sementes de alta qualidade apresentaram maiores vantagens em capacidade fisiológica para expressar maior produtividade (KOLCHINSKI et al., 2005). A qualidade das sementes está ligado ao desempenho da cultura, particularmente em condições de estresse ambiental, para tanto maior velocidade de germinação e emergência ajudam a minimizar as adversidade climáticas (LOPES, 2002).

As atividades enzimáticas vem sendo estudadas, na área de tecnologia de sementes com o objetivo de encontrar indicadores conectados que reflitam com a qualidade fisiológica das sementes e verificar os mecanismos que levam à deterioração das mesmas. Corte et al. (2010) evidencia que que as enzimas podem ser utilizadas como indicadores da deterioração, possibilitando a avaliação dos eventos bioquímicos durante o processo de deterioração e germinação das sementes. As expressões enzimáticas têm sido aplicadas por pesquisadores para caracterização de sementes com diferentes níveis de deterioração, na avaliação da qualidade fisiológica de sementes armazenadas ou submetidas a diferentes testes e aos processos de germinação de diversas espécies vegetais.

Atualmente nas pesquisas realizadas na cultura da soja aprimora-se em manejos na cultura que permitam o ganho de produtividade. Levando em consideração que o desenvolvimento da soja é influenciado por diversos fatores ambientais como precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e, principalmente o fotoperíodo, que é terminada pela época de semeadura que influência na quantidade e qualidade da produção. O estudo do desempenho agrônômico das cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, e diferentes locais, esse conhecimento é fundamental para a indicação do período mais favorável para a semeadura (MOTTA, 2000).

A soja é sensível ao efeito do fotoperíodo ou duração do dia, o começo de encurtamento de horas de luz durante o dia induz o florescimento das plantas. Deste modo, o efeito do fotoperíodo na soja, quando uma cultivar é cultivada em regiões com menor latitude ou retarda a data de semeadura, significa uma encurtamento da etapa vegetativa que compreende desde a emergência até o início da floração e, portanto também o ciclo total da cultura, e sob essas situações também tem reduções na altura da planta, altura de posição da primeira vagem, e área foliar e pode ser também a produtividade (BRACCINI et al., 2004). Dentre os fatores que afetam o rendimento e a qualidade das sementes de soja pode-se mencionar a época de semeadura como fundamental (COSTA et al., 1995).

Para a produção de grão, a data de semeadura deve ser ajustada para a obtenção de máximas produtividades. Entretanto, para a produção de semente, o fator qualidade tem prioridade sobre o fator produtividade. A época de semeadura deve ser ajustada de tal modo que a maturação da semente ocorra sob condições de temperaturas amenas associadas a menores índices de precipitação (FRANÇA-NETO et al., 2010).

Levando em consideração a importância das pesquisas que foram realizados para constatar os prejuízos da aplicação do glifosato, ainda torna-se necessário realizar investigações do verdadeiro impacto das aplicações de glifosato em diferentes manejos, saís de formulação, estádios de aplicação e locais de trabalho para proporcionar resultados consistentes.

A projeção de uma agricultura mais sustentável, a rotação de culturas vem sendo considerada como um manejo muito utilizado onde deve-se procurar uma rentabilidade estável, como também a diminuição de incidência de pragas, de plantas daninhas e de doenças, assim como o ganho de resíduos vegetais. O uso da rotação das culturas em sistema de semeadura direta ajuda a conservação do solo por causa que os restos vegetais deixados da cultura anterior permanecem no solo ajudando a conservação (SANTOS & LHAMBY, 2001). Os manejos sustentáveis associados à rotação de culturas, são imprescindíveis para a manutenção de um sistema produtivo, pois interrompem o processo de degradação do solo.

A sucessão de cultura para a cultura da soja é vantajosa, no sul do Brasil predomina a sucessão de cultura soja-trigo como é utilizado nos Estados Unidos e no Japão. O trigo por ser uma gramínea tornou-se, uma boa alternativa em sucessão com a soja por ser uma leguminosa (SANTOS & REIS, 2008).

A produção de trigo no Brasil está concentrada na Região Sul, concentrando-se por cerca de 95% da produção nacional do grão, que é de aproximadamente 4,6 milhões de toneladas (CONAB, 2018). A produção de trigo no Brasil não abastece a demanda nacional, tendo que importar aproximadamente 50 % da demanda nacional, na região Sul do País, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, a cultura do trigo representa uma das maiores fontes de renda na agricultura, sendo de muita importância para rotação de cultura, deixando a palha da colheita, como cobertura vegetal para o próximo cultivo de verão (WIETHOLTER, 2004).

Para o objetivo de incrementar a produtividade na cultura do trigo, empregam-se diversos manejos, altos rendimentos se obtêm a partir da utilização de conjunto de tecnologias que se adaptem as condições da cultura (LANTMANN et al., 2005), a utilização de sementes de qualidade vem se tornando um dos pilares fundamentais para o ganho de produtividade, já que com sementes de alta qualidade procura-se um estande inicial de plantas e ideal para determinado genótipo.

A qualidade fisiológica da semente é avaliada por duas características fundamentais, a viabilidade e o vigor (POPINIGIS, 1985). A viabilidade, é determinada pelo teste de germinação, procura avaliar o potencial de germinação de sementes. Enquanto, o vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições de ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (LIMA et al., 2005).

Entre os atributos de qualidade de sementes, encontra-se a qualidade física das sementes, A característica produtividade, ligada à qualidade industrial em diferentes regiões, é uma das exigências não só das indústrias moageiras e panificadoras, mas também, dos produtores de grãos de trigo. O melhoramento da qualidade representa uma oportunidade de se agregar valor de mercado aos produtos agrícolas. No caso do trigo e em face do comércio internacional, existe forte interação entre a qualidade e o preço (SMANHOTTO et al., 2006). O peso hectolitro (PH) é um indicador que reflete o rendimento dos grãos em farinha. O rendimento será mais elevado quanto maior for o peso do hectolitro da amostra. Existem valores mínimos estabelecidos, sendo que estes são utilizados para definir o tipo de trigo, de acordo com a Instrução Normativa de classificação do trigo

(BRASIL, 2001). O peso de mil sementes é importante para o estabelecimento da quantidade adequada para semeadura (ORMOND, 2013).

A composição química que constituem as sementes, pode depender com a manipulação genética, práticas agronômicas, manejo de pós-colheita e de armazenamento, idade da semente e tratamento no processo aplicado na produção das sementes (HENNING et al., 2010). É influenciada também pelas condições de ambiente a que foram submetidas as plantas que as originam (MERTZ et al., 2009).

As sementes podem apresentar uma composição química bastante variável, assim como os demais órgãos da planta. O conhecimento da composição química é de interesse prático da tecnologia de semente, pois tanto o vigor como o potencial de armazenamento de semente são influenciados pelo teor de compostos presentes (PESKE et al., 2013). Outro aspecto importante diz respeito à influência da composição química no gasto das plantas em energia para produzi-las (SINCLAIR & WIT, 1975).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes formulações de glifosato na nodulação, desempenho agronômico, rendimento e qualidade de sementes da soja com tecnologia RR cultivada em duas épocas de semeadura, assim como de avaliar o desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de trigo produzidas em diferentes locais do Brasil.

2 Capítulo I

Nodulação e desempenho agrônômico da soja em épocas de semeadura sob aplicação de formulações de glifosato

2.1 Introdução

A soja é a principal cultura de grãos voltada para a exportação brasileira. Sendo a safra 2017/2018 revelou produção de 118 milhões de toneladas de grãos e área cultivada de 35 milhões de hectares (CONAB, 2018), a evolução da produção e produtividade da soja está atrelada a inserção da tecnologia RR (Roundup Ready) sendo destinada ao controle de plantas de daninhas em sistema de semeadura direta (NEPOMUCENO, 2012).

O glifosato é um herbicida sistêmico de amplo espectro, que inibe a enzima EPSPs (enol-piruvil shiquimato fosfato sintase), responsável por catalisar a condensação do ácido shiquímico fosfoenolpiruvato (BERLVALD et al., 2010; MALTY et al., 2006), sendo assim, o glifosato é comumente utilizado em genótipos de soja RR (MEROTTO Jr et al., 2015). No entanto, mesmo que a soja RR seja tolerante a esta molécula existem relatos de agricultores de efeitos de fitotoxicidade depois da aplicação pós-emergente que resulta em clorose nas folhas (BASSO et al., 2011), desbalanço nutricional (CAVALIERI et al., 2012) e efeito negativo na microbiota do solo (DALLMAM et al., 2010). Estes efeitos podem ser ocasionados pela utilização de dosagens não recomendadas do produto, utilização de formulação não adequada em pós-emergência, ou a adição de outros produtos não recomendados na calda de aplicação (SANTOS et al., 2007a).

Atualmente no mercado, estão disponíveis diversas formulações de glifosato com respectivas concentrações, entretanto, nem todos os organismos vegetais reagem similarmente às diferentes formulações de glifosato sobre os organismos não alvo (NÖRNBERG et al., 2008). As diferentes formulações, possuem diferentes sais na sua composição onde variam suas concentrações (SANTOS et al., 2007b).

Vários são os impactos negativos do glifosato na microbiota solo, entre os organismos que são afetados pelas diferentes formulações de glifosato estão os microrganismos endossimbiontes do solo e bactérias fixadoras de nitrogênio (BÖHM

& ROMBALDI, 2010; REIS et al., 2010; GONÇALVES, 2014), que em simbiose com as raízes da soja promovem a transformação do nitrogênio atmosférico para o aproveitamento para a planta. O efeito depende da estirpe da bactéria especialmente da espécie *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* (OLIVEIRA Jr et al., 2008), estando estas presentes em áreas produtora da soja, mas comumente ocorre a utilização de estirpes de *Bradyrhizobium* sensíveis a determinadas formulações de glifosato (CHAGAS Jr et al., 2013).

Os efeitos negativos devido à aplicação de glifosato sobre as bactérias simbióticas podem ocorrer, resultando no decréscimo da formação de nódulos nas raízes da soja, sendo estes essenciais para a assimilação e o aporte do nitrogênio para a planta. O glifosato pode induzir, direta ou indiretamente, à deficiência de micronutrientes catiônicos (Fe, Zn e Mn) na soja com tecnologia RR. No entanto, embora tenham-se antecedências destes efeitos na nodulação e desempenho agrônômico (DVORANEN, 2008; GONÇALVES, 2014; CASTRO, 2016), os resultados obtidos são contraditórios, pois não expressam os efeitos das formulações de glifosato nestas situações. Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes formulações de glifosato na nodulação, desempenho agrônômico e rendimento de sementes da soja com tecnologia RR cultivada em duas épocas de semeadura.

2.2 Material e métodos

O trabalho foi conduzido no município de Capão do Leão (31°52' S e 52°21' O), situado a seis metros de altitude, na Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O clima do local do experimento é caracterizado como subtropical Cfa segundo a classificação de Köppen, com precipitação de aproximadamente 2000 mm ao longo do ano (SOTÉRIO et al., 2005). O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008). Com características físicas, químicas e granulométricas descritas na tabela 1.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo utilizado no experimento (camada de 0-20 cm de profundidade), Capão do Leão-RS, 2017.

pH	Al	Cu	Ca	Mg	K	SB	CTC	P	S	Mn
H ₂ O	cmolc dm ⁻³									
5,0	0,8	1,4	3,2	0,9	53	45	5,3	46	19,8	14,2
Areia	Silte	Argila	M.O	Macroporosidade			Microporosidade			
%										
64,2	20,7	15,1	2,07	31,6			20,7			

Os dados climáticos de temperatura do ar, radiação solar incidente, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram aferidas em estação meteorológica, sendo as médias de temperatura máxima e temperatura mínima do ar, radiação solar média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada no período de experimento foi de 27 °C e 16 °C, 435 Cal cm² d⁻¹, 88% e 548 mm, respectivamente (Figura 1).

O experimento foi distribuído em unidades experimentais com três metros de comprimento e cinco linhas de semeadura espaçadas em 0,45 metro. Foram utilizadas como área útil as três linhas centrais visando minimizar os efeitos de borda. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com tratamentos dispostos em quatro repetições, sendo estes organizados de maneira fatorial, duas épocas de semeadura x quatro formulações de sais de glifosato mais um tratamento com ausência de glifosato.

A instalação do experimento no campo para a época de semeadura de outubro foi no sistema de semeadura direta, baseando a adubação em 400 kg ha⁻¹ de adubo, realizado a lanço, na formulação NPK 5-20-20 baseando-se na análise do solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do solo (CQFS-RS/SC, 2004).

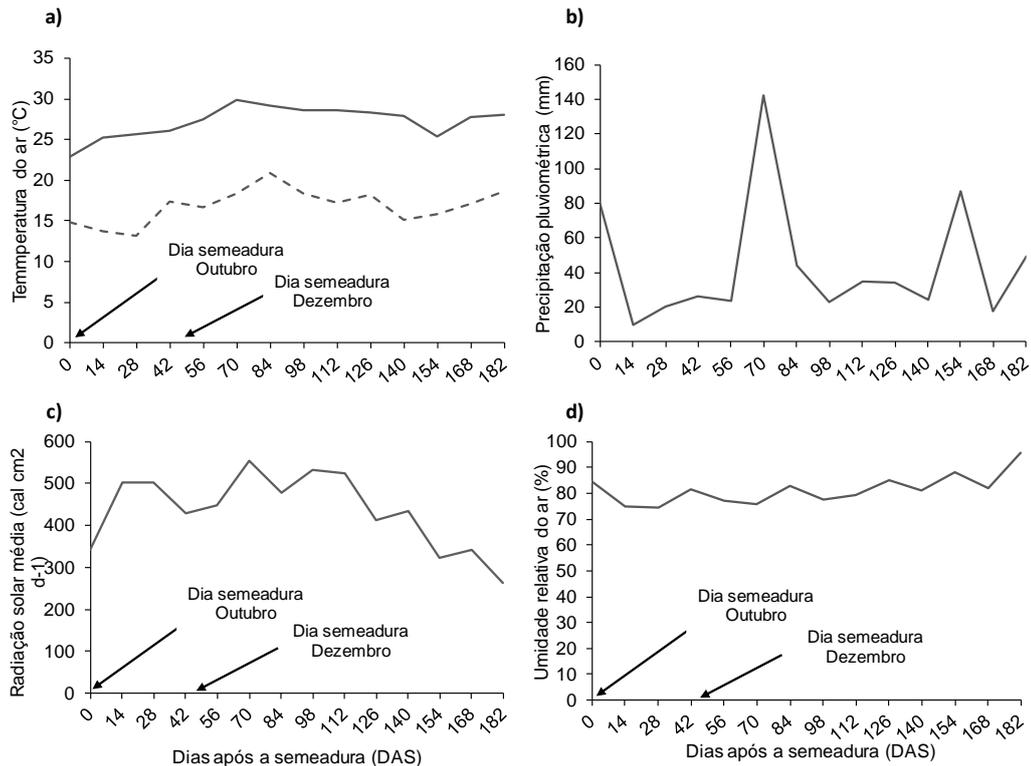


Figura 1 – Temperatura máxima (-) e temperatura mínima do ar (----) (a), precipitação pluviométrica (-) (b), radiação solar média (c), umidade relativa do ar (-). Fonte: Estação Agroclimatológica de Pelotas-RS (Campus Capão do Leão), 2017-2018.

A densidade de semeadura foi de 9 plantas por metro linear. Na área não ocorreu cultivo de soja em safras passadas a inoculação das sementes foi realizada o mesmo dia da semeadura em data 25/10/2017 com inoculante turfoso com *Bradyrhizobium japonicum*-Semia 5079 e 5080 na proporção de três vezes a dose recomendada para o tratamento via semente (seis g kg⁻¹ de semente). Os tratamentos culturais para o controle de pragas, plantas daninhas e doenças foram realizados conforme as recomendações para a cultura.

A colheita foi realizada para a época de outubro de maneira manual em 06/04/2018 quando as plantas se encontravam em R8 (Maturação plena ou ponto de colheita) (FEHR et al., 1971), com 16-18 % de umidade. Para a colheita foi considerada como área útil as três linhas centrais da parcela, cada qual com 2 metros de comprimento sendo desprezadas as linhas laterais somadas de 0,5 metro em cada extremidade das linhas. Foram coletadas 10 plantas ao acaso dentro da área útil já mencionado da parcela e o restante da área útil foi colhido e separado para avaliar a qualidade da semente. As sementes foram submetidas a secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura do ar de 41°C, até a estabilização do grau de umidade em 12 % de umidade. O beneficiamento foi realizado conforme

recomendações para as sementes de soja, sendo as sementes armazenadas em câmara fria e seca, com controle de temperatura e umidade reativa do ar.

A instalação do experimento no campo para a época de semeadura de dezembro foi realizado no sistema de semeadura direta previamente calado segundo recomendação para a cultura de acordo com análise prévia do solo e adubação de base foi realizada de a lanço com uma dose de 400 Kg ha⁻¹ com formulação NPK 5-20-20 segundo a análise de solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do solo (CQFS-RS/SC, 2004). A área utilizada possuía as mesmas condições de cultivo antecessor e os procedimentos para a semeadura foram as mesmas já descritas para a semeadura em outubro, sendo a inoculação das sementes realizada o mesmo dia da semeadura em 07/12/2017 com o mesmo inoculante e proporção já descritos anteriormente na época de outubro.

Para o controle de doenças e pragas foram realizadas aplicações de fungicidas e inseticidas, seguindo o mesmo procedimento, e utilizando os mesmos matérias da época de semeadura de outubro.

A colheita para a época de dezembro foi realizada de maneira manual em 27/04/2018 quando as plantas se encontravam em R8 (Maturação plena ou ponto de colheita) (FEHR et al., 1971), com 16-18 % de umidade. Para a colheita foi considerada como área útil as três linhas centrais da parcela, cada qual com 2 metros de comprimento sendo desprezadas as linhas laterais somadas de 0,5 metros em cada extremidade das linhas. Para as variáveis estudadas foram coletadas 10 plantas ao acaso dentro da área útil já mencionado da parcela e o restante da área útil foi colhido e separado para avaliar a qualidade da semente. As sementes foram beneficiadas e secas conforme o mesmo procedimento da semeadura de outubro já descritas.

Para o presente estudo utilizou-se a cultivar da Nidera NA5909 RR. Os herbicidas utilizados foram compostos por diferentes sais (formulações de glifosato) recomendados para a cultura de soja RR em pós-emergência, de uso para o controle de plantas daninhas e para dessecação pré-semeadura. As dosagens aplicadas no campo e características dos herbicidas para o experimento constam na tabela 2.

Tabela 2. Diferentes ingrediente ativos, formulações e doses de glifosato.

Nome	Concentração	Tipo de formulação	Dose
Glifosato	Sal de isopropilamina 480 g L ⁻¹ (355 g L ⁻¹ equivalente ácido)	Concentrado solúvel (SL)	3 L ha ⁻¹
Glifosato	Sal de dimetil amina 608 g L ⁻¹ (480 g L ⁻¹ Equivalente ácido)	Concentrado solúvel (SL)	2,25 L ha ⁻¹
Glifosato	Sal de Potássio 588 g L ⁻¹ (480 g L ⁻¹ equivalente ácido)	Concentrado solúvel (SL)	2,25 L ha ⁻¹
Glifosato	Sal de Amônio 715 g Kg ⁻¹ (650 g Kg ⁻¹ equivalente ácido)	Granulado dispersível (WG)	1,5 kg ha ⁻¹

Foram realizadas duas aplicações de glifosato durante o ciclo do cultivo nos estádios vegetativos de V4 e V7 (FEHR et al., 1971). A primeira aplicação (V4) foi em data 24/11/2017 e a segunda aplicação (V7) foi em 08/12/2017 para a época de semeadura de Outubro. Para a época de semeadura de dezembro a primeira aplicação (V4) de glifosato foi em 05/01/2018 e a segunda aplicação (V7) foi realizado em 19/01/2018. Para o tratamento com ausência de glifosato realizaram-se capinas manuais nos mesmos estádios de aplicação (V4 e V7) dos tratamentos com glifosato e para ambas épocas de semeadura para o controle de plantas daninhas.

As aplicações realizaram-se com o auxílio de um pulverizador costal mantido com a pressão constante por gás carbônico comprimido (CO₂), equipado com barra de 5 pontas de pulverização tipo leque 110.015, espaçados a 0,5 m e com volume de calda de 120 L ha⁻¹. As condições meteorológicas no momento das aplicações dos tratamentos foram as seguintes: 60 – 70% de umidade relativa do ar e 25 – 28°C de temperatura. Sendo avaliados as seguintes variáveis:

Número de nódulos por planta (NODT)

A contagem de nódulos se realizou no estágio de R1 para ambas épocas de semeadura a partir da extração das raízes do solo. Foram extraídas dez plantas na mesma linha em cada unidade experimental, logo levadas ao laboratório, onde se

realizou a contagem de nódulos da raiz principal e das raízes secundárias, resultados expressos em unidades.

Número de nódulos ativos (NODA)

A contagem de nódulos se realizou a partir dos nódulos totais. Para observar a atividade nodular se procedeu ao corte transversal dos nódulos com uma lâmina de bisturi. Foi considerado como nódulos ativos, aqueles que apresentaram coloração rosácea ou avermelhada (POMMERESCHE & HANSEN, 2017). Resultados expressos em unidades.

Número de nódulos inativos (NODI)

A contagem de nódulos inativos se realizou a da mesma maneira que os nódulos ativos. Contudo, desta vez a contagem foi dos nódulos que apresentaram coloração marrom e verde como aqueles que não apresentavam atividade. Resultados expressos em unidades.

Altura da inserção primeiro legume (IPL)

A inserção do primeiro legume foi mensurada por meio de uma régua graduada colocada ao lado de cada planta, sendo mensurado desde a base do solo até a inserção do legume mais próximo. Avaliou-se dez plantas aleatórias em cada unidade experimental. Resultados em centímetros.

Altura da planta (ALTP)

A altura de plantas foi avaliada por meio de uma régua graduada colocada ao lado de cada planta, sendo mensurado desde a base do solo até o ápice da planta, avaliou-se dez plantas aleatórias em cada unidade experimental. Os resultados foram obtidos em centímetros

Número de legume total (NLT)

Foram retirados as legumes das plantas e logo procedeu-se a contagem, primeiro separando os legumes com uma, duas e três sementes e logo totalizando o número de legumes total. Resultado expresso em unidades de número de legumes planta

Número de sementes por planta (NSP)

Determinado a partir da separação de legumes com uma, duas e três sementes. Foram somados as legumes com uma semente, legumes com duas sementes e legumes de três sementes, logo somando os subtotais totalizando o número total de sementes. Os resultados foram expressos em unidades de número de sementes planta.

Massa de mil sementes (MMS)

Determinada a partir pela aferição de massa de 8 amostras de 100 sementes de área útil da parcela experimental, obtidas ao acaso e contadas com auxílio de contador manual. Os resultados foram expressos em gramas (BRASIL, 2009).

Rendimento de sementes por planta (RSP)

Determinada a partir do número de sementes por planta e logo multiplicado pela massa de sementes, previamente a umidade corrigida a 13%. Os resultados foram expressos em gramas por planta.

Procedimento estatístico

Os dados obtidos em cada avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, onde verificou-se suas pressuposições. Efetuou-se o diagnóstico da interação entre época de semeadura x formulações de glifosato, a 5% de probabilidade. Quando a interação foi significativa desmembrou-se os fatores de época de semeadura e formulação de glifosato aos efeitos simples. As variáveis que não apresentaram interação foram submetidos ao desmembramento dos efeitos principais através das análises complementares por Duncan a 5% de probabilidade para os fatores de época de semeadura e formulações de glifosato.

2.3 Resultados e discussão

A análise de variância revelou significância para a interação época de semeadura x formulação de glifosato para os variáveis de número de nódulos ativos, inserção do primeiro legume, rendimento de sementes por planta (RSP), número de legumes total (NLT), número de sementes por planta (NSP). Por outro lado, não revelou significância para as variáveis número de nódulos totais (NODT), número de nódulos inativos (NODI), entretanto, o efeito significativo isolado foi constatado. Assim como a massa de mil sementes não revelou significância na interação mas tampouco revelou significância isolada (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise da variância com os quadrados médios para nódulos totais (NODT), nódulos ativos (NODA), nódulos inativos (NODI), inserção do primeiro legume (IPL), altura da planta (ALTP), massa de mil sementes (MMS), rendimento de sementes por planta (RSP), número de legumes total (NLT), número de sementes por planta (NSP) de soja em função da época de semeadura (E) e Formulações glifosato (FG). Capão do Leão, RS, UFPel, 2018.

FV	GL	Quadrados Médios ¹				
		NODT	NODA	NODI	IPL	ALTP
Épocas de semeadura (E)	1	48392,8*	20683,5*	5339,3*	40,4 ^{ns}	2940,4*
Formulações de Glifosato (FG)	4	5927,1*	3975,6*	229,6*	133,4*	387,3 ^{ns}
E * FG	4	2351,7 ^{ns}	2710,6*	57,9 ^{ns}	113,1*	817,6*
Blocos	3	1480,1	1011,6	75,1	148,8	2044,7
Resíduos	183	1034,9	850,43	49,4	37,3	203,8
CV (%)		36,6	38,2	63,0	21,2	12,3
		MMS	RSP	NLT	NSP	
Épocas de semeadura (E)	1	12,7 ^{ns}	14536,7*	102842,7*	50218,2*	
Formulações de Glifosato (FG)	4	82,8 ^{ns}	589,07*	3456,8*	16783,8*	
E * FG	4	35,9 ^{ns}	758,7*	3284,9*	13361,8*	
Blocos	3	310,6	832,5	2166,7	12985,8	
Resíduos	183	63,3	70,1	417,2	1912,2	
CV (%)		4,1	26,6	25,7	25,4	

(¹) Quadrado médio: * e ^{ns} – significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente; CV – coeficiente de variação.

Devido a análise de variância revelar significância constatou-se que os fatores de variação executam efeitos distintos sobre as variáveis analisadas (Tabela 3). Dessa maneira, as interações entre época de semeadura (E) e formulações de glifosato (FG) geram resultados diferentes das variáveis de componentes e desempenho agrônômico, sendo necessário o desmembramento dos efeitos simples para a obtenção de resultados que expliquem melhor o comportamento das variáveis.

Observa-se que houve diferença significativa entre as variáveis dos efeitos principais (Tabela 4), de número de nódulos nas raízes e número de nódulos inativos mostrando que o tratamento com formulação de Sal de isopropilamina foi o tratamento mais prejudicial mostrando menor número de nódulos e também apresentando maior número de nódulos inativos junto com o tratamento de Sal de potássio. Porém a Sal de Potássio obteve o maior número de nódulos em

comparação dos demais tratamentos. Este resultado é decorrente da soja ser uma cultura que demanda de bastante nutrientes do solo para o desenvolvimento, entre os nutrientes com maior requerimento é o nitrogênio, que por meio da simbiose das bactérias fixadoras de nitrogênio e as raízes, formam os nódulos que são os responsáveis da assimilação desse nutriente, fornecendo assim parcialmente toda a demanda do nitrogênio para a produção de grãos (BRANDELERO, 2009). O glifosato tem efeitos negativos na nodulação, tais efeitos negativos podem ser causado pelos adjuvantes das formulações ou tipo sal da formulação (REDDY & ZABLOTOWICZ, 2003).

Tabela 4: Médias das épocas de semeaduras para as variáveis de nódulos totais (NODT) e nódulos inativos (NODI), em função dos tratamentos de glifosato, independente da épocas de semeadura. Capão do Leão – RS, 2018.

Formulações de Glifosato	Nódulos Totais (NODT)	Nódulos Inativos (NODI)
Ausência de Glifosato*	84 b	9 c
Sal Isopropilamina 36%	73 c	13 ab
Sal Dimetil-Amina 48%	81 b	11 bc
Sal de Potássio 48%	109 a	14 a
Sal Amina 64%	82 b	9 c
CV (%)	23	64

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Certas formulações de glifosato podem prejudicar a atividade simbiótica dos nódulos, dependendo da estirpe de bactérias presentes no solo, algumas apresentam maior susceptibilidade a determinada Sal de glifosato, prejudicando assim o funcionamento normal dos nódulos (JACQUES et al., 2010), uma maior nodulação nas raízes das plantas da soja tem uma maior vantagem para se recuperar de determinados estresses e apresentar uma maior produtividade devido a uma maior assimilação do nitrogênio (ZILLI et al., 2008).

O número de nódulos ativos em função dos efeitos das diferentes formulações de glifosato em cada época de semeadura (Tabela 5), observa-se que dentro da época de semeadura de outubro, o tratamento com ausência de glifosato obteve maior número de nódulos ativos em relação aos demais tratamentos, enquanto que na época de semeadura de dezembro, apresentou o menor número de nódulos ativos. Logo, o tratamento com Sal de Amônio apresentou maior número de nódulos na época de outubro em comparação da época de dezembro, os demais

tratamentos não diferiram entre as épocas de semeadura. O fato da época de outubro ter apresentado maior número de nódulos, pode ser devido ao maior tempo de estágio vegetativo que apresentou a época de outubro em relação a época de dezembro, uma diferença de 16 dias na etapa vegetativa, pode ter favorecido a uma maior formação de nódulos até o início do período reprodutivo.

Devido as formulações de glifosato para cada época de semeadura, o tratamento de glifosato com sal de isopropilamina teve maior efeito diminuindo o número dos nódulos ativos na época de semeadura de outubro. Na época de semeadura de dezembro, o tratamento de sal de Potássio foi o que ocasionou menor efeito apresentando maior número de nódulos ativos, enquanto, a ausência de glifosato demonstrou menor média de número de nódulos ativos.

A atividade nodular está condicionada a diversos fatores, como condições ambientais e também ao manejo (BERGAMIM et al., 2013). Isso pode ter levado alguns tratamentos a atingirem comportamentos diferentes entre a época de semeadura de outubro e dezembro. Chagas Jr et al. (2013), evidenciou que a planta da soja pode ter variações nos diferentes estádios de avaliação quanto ao número de nódulos depois da aplicação do glifosato, independente da formulação de glifosato, mas que aos 45 a 60 dias após a aplicação teve reduções no número de nódulos, o número de nódulos tende a ser reduzido com a aplicação do glifosato (ZABLOTOWICZ & REDDY, 2007)

Tabela 5. Interação das variáveis de número de nódulos ativos (NODA), Inserção do primeiro legume (IPL), altura de planta (ALTP), número de legume total (NLT), número de sementes por planta (NSP) e rendimento de sementes por planta (RSP) em relação aos tratamentos das formulações de glifosato em cada época de semeadura, Capão do Leão – RS, 2018

Formulação de Glifosato	NODA		IPL (cm)		ALTP (cm)	
	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro
Ausência de Glifosato*	99 aA	55 bB	26,4 bA	27,7 bcA	120,4 aA	113,9 abA
Isopropilamina	72 bA	69 bA	28,9 abA	30,95 aA	119,4 aA	117,4 aA
Dimetil amina	76 bA	59 bA	26,9 bB	30,5 abA	112,5 bA	116,4 aA
Sal de Potássio	97 aA	89 aA	30,4 aA	29,9 aA	118,7 abA	107,1 bB
Sal amônio	88 abA	57 bB	29,1 aA	26,2 cB	120,7 aA	108 bB
CV%	38,2		21,2		12,3	
Formulação de Glifosato	NLT		NSP		RSP (g)	
	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro
Ausência de Glifosato*	94 bA	75 aB	205 bcA	168 aB	35,0 cA	30,6 aB
Isopropilamina	81 cA	57 bB	176 dA	122 bB	31,2 dA	22,3 bB
Dimetil amina	109 aA	55 bB	239 aA	118 cB	44,4 aA	21,7 bB
Sal de potássio	92 bA	58 bB	201 cA	124 bcB	38,7 bA	22,7 bB
Sal Amônio	105 aA	64 bB	224 abA	141 bB	39,8 bA	27,2 aB
CV%: 25,7	25,7		25,4		26,6	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

Certas formulações de glifosato podem prejudicar a atividade simbiótica dos nódulos, dependendo da estirpe de bactérias presentes no solo, algumas apresentam maior susceptibilidade a determinada Sal de glifosato, prejudicando assim o funcionamento normal dos nódulos (JACQUES et al., 2010), uma maior nodulação nas raízes das plantas da soja tem uma maior vantagem para se recuperar de determinados estresses e apresentar uma maior produtividade devido a uma maior assimilação do nitrogênio (ZILLI et al., 2008).

O número de nódulos ativos em função dos efeitos das diferentes formulações de glifosato em cada época de semeadura (Tabela 5), observa-se que dentro da época de semeadura de outubro, o tratamento com ausência de glifosato obteve maior número de nódulos ativos em relação aos demais tratamentos, enquanto que na época de semeadura de dezembro, apresentou o menor número de nódulos ativos. Logo, o tratamento com Sal de Amônio apresentou maior número de nódulos na época de outubro em comparação da época de dezembro, os demais tratamentos não diferiram entre as épocas de semeadura. O fato da época de outubro ter apresentado maior número de nódulos, pode ser devido ao maior tempo de estágio vegetativo que apresentou a época de outubro em relação a época de dezembro, uma diferença de 16 dias na etapa vegetativa, pode ter favorecido a uma maior formação de nódulos até o início do período reprodutivo.

Devido as formulações de glifosato para cada época de semeadura, o tratamento de glifosato com sal de isopropilamina teve maior efeito diminuindo o número dos nódulos ativos na época de semeadura de outubro. Na época de semeadura de dezembro, o tratamento de sal de Potássio foi o que ocasionou menor efeito apresentando maior número de nódulos ativos, enquanto, a ausência de glifosato demonstrou menor média de número de nódulos ativos.

A atividade nodular está condicionada a diversos fatores, como condições ambientais e também ao manejo (BERGAMIM et al., 2013). Isso pode ter levado alguns tratamentos a atingirem comportamentos diferentes entre a época de semeadura de outubro e dezembro. De acordo com Chagas Jr et al. (2013), a planta da soja pode ter variações nos diferentes estádios de avaliação quanto ao número de nódulos depois da aplicação do glifosato, independente da formulação de

glifosato, mas que aos 45 a 60 dias após a aplicação teve reduções no número de nódulos, o número de nódulos tende a ser reduzido com a aplicação do glifosato (ZABLOTOWICZ & REDDY, 2007)

A altura de inserção do primeiro legume apresentou diferencia significativa somente para os tratamentos de glifosato Dimetil Amina que apresentou maior inserção de altura na época de dezembro em comparação da semeadura de Outubro, e para o tratamento com Sal de amônio que obteve maior altura de inserção do primeiro legume na época de outubro em comparação de dezembro (Tabela 5).

As médias da altura de inserção do primeiro legume estão dentro da altura favorável das cultivares do mercado, sendo uma altura de inserção do primeiro legume ideal é acima de 15 cm (CARVALHO et al., 2010), as menores alturas foram apresentados pelo tratamento com ausência de aplicação de glifosato com 26 e 27 cm de altura para as épocas de outubro e dezembro, respectivamente. Segundo Ludwing et al. (2010), afirma que a altura de inserção do primeiro legume pode ser influenciada por características genéticas da cultivar, como também ao tipo de manejo nutricional e manejo de herbicidas aplicados.

Para a altura da planta, a época de semeadura de outubro obteve maiores médias em relação dos tratamento semeados na época de dezembro, mas que não diferiram estatisticamente, apenas para os tratamentos com Sal de Potássio que apresentou maior altura na época de outubro em relação a época de dezembro, e para o tratamento com Sal de Amônio que teve a mesma significância. Isso pode ser devido ao maior número de dias de etapa vegetativa que apresentaram as plantas semeadas da época de outubro em comparação com às da época de dezembro. A altura da planta é influenciada pela época de semeadura quando menores alturas são obtidas em plantas de épocas mais tardias em comparação a recomendação (CRUZ et al., 2010).

Em relação da altura da planta influenciada pela a aplicação dos glifosatos, o tratamento com ausência de glifosato e Sal de Amônia obtiveram as maiores médias na época de outubro e na época de dezembro o tratamento de Sal de potássio obteve a menor média. Enquanto que, o tratamento com ausência de glifosato não

diferiu das maiores médias da época de dezembro, evidenciando que os tratamentos com aplicações de glifosato tiveram nulo ou pouco efeito negativo em comparação a Ausência de glifosato. Albrecht et al. (2011a) não evidenciou menor altura da planta quando o glifosato foi aplicado em estádios vegetativos e a partir de duas diferentes doses.

Para os caracteres de número de legumes por planta, se observa que a época de semeadura de outubro teve de maneira geral, maior número de legumes por planta em comparação das médias da época de semeadura de dezembro que obteve menores médias (Tabela 5). Isso pode ser devido ao fato de que na época de outubro a fase vegetativa foi maior em comparação da época de dezembro, conforme aconteceu para os caracteres de nódulos por planta e altura da planta.

Houve diferença significativa para os tratamentos em relação a época de semeadura. Na época de outubro o tratamento de dimetil amina foi o menos afetado e obteve maior número de legumes, sendo ainda superior ao tratamento com ausência de glifosato. Melhorança Filho et al. (2010) relata que as plantas de soja foram submetidas a diferentes doses de glifosato e não diferiram da testemunha para o número de legumes.

Para a época de dezembro, o tratamento com Ausência de glifosato obteve maior média de número de legumes em comparação dos demais tratamentos, o que pode ser devido ao fato de que a segunda aplicação ou a aplicação sequencial foi realizado perto da etapa reprodutiva. Zadinello et al. (2010) relatou queda da produtividade de plantas de soja quando o glifosato foi aplicado em estádios reprodutivos iniciais. Nota-se também que o tratamento com Sal de isopropilamina foi o mais afetado nas duas épocas de semeadura em comparação dos demais tratamentos, apresentando menor média de número de legumes.

Para o número de sementes (Tabela 5), seguiu a mesma tendência do número de legumes sendo as médias maiores para época de semeadura de outubro em comparação da época de dezembro. Os tratamentos compostos por sal de Dimetil amina e sal de amônio apresentaram menor influência na época de outubro, logo na época de dezembro, o tratamento de ausência de glifosato demonstrou melhor resultado comparativamente ao glifosato que pode prejudicar o desempenho

agronômico. Em consequência o rendimento de sementes por planta apresentou a mesma tendência do número de legumes e número de sementes por planta (Tabela 5).

O rendimento de sementes da época de semeadura de outubro foi superior em todos os tratamentos em comparação da época de semeadura de dezembro. Na época de outubro não se verificou o efeito do glifosato nos tratamentos, devido que o tratamento com ausência de glifosato obteve menor rendimento de sementes em comparação dos tratamentos de Sal de Amonio e Dimetil amina. Na época de dezembro constatou-se o efeito da aplicação sequencial de glifosato, devido que o tratamento com ausência de glifosato foi superior aos demais tratamentos para o rendimento de sementes. Isso pode ter acontecido pelo menor tempo da etapa vegetativa que apresentou a época de semeadura de dezembro, quando houve uma diferença de 16 dias de etapa vegetativa. A aplicação sequencial do glifosato esteve mais perto da etapa reprodutiva, podendo ter ocasionado a queda de produtividade.

Observa-se também que o tratamento com Sal de isopropilamina foi o tratamento que teve maior efeito negativo no rendimento de sementes, número de legumes e na nodulação. Relatos como o Santos et al. (2007a) evidenciam o glifosato a base de Sal de isopropilamina apresenta maior efeito negativo e que doses altas desta formulação podem prejudicar a nodulação e outros caracteres da planta que afetam a produtividade final. Em contraste Correia e Durigan (2007), não evidenciaram injúrias nas plantas de soja resistentes ao glifosato, quando os glifosatos a base de Sal de isopropilamina e Sal de Amino foram aplicados em estádios vegetativos.

A estimativa das correlações objetivou revelar a magnitude e o sentido das associações entre os caracteres avaliados que foram submetidos as aplicações de diferentes sais de glifosato. A correlação linear realizada para oito caracteres revelou 36 associações, onde 21 são significativas (Tabela 6). Em relação ao caráter nódulos totais (NODT) correlação positivo com NODI, NODA, RSP, NLT e NSP, por outro lado, não revelou negativo para nenhum caráter. Desta forma existe uma relação entre a quantidade de nódulos e a produtividade, como afirmam Fagan et al. (2007) devido ao ganho e assimilação do nitrogênio.

A magnitude de nódulos ativos revelou coeficiente de correlação positiva apenas com NLT. Entretanto, não apresentou coeficiente de correlação positivo com os demais caracteres. Altas produtividades podem se alcançar com um número maior de legumes, sendo evidenciado por Melo e Zilli (2009) a maior produtividade em feijão-caupi com maior atividade nodular. Para a altura de inserção do primeiro legume evidenciou-se coeficiente de correlação positivo com a ALTP, e negativo com RSP, e NLT. A altura da planta associou-se correlação positivo com MMS, RSP, NLT e NSP, por outro lado, não revelou coeficiente de correlação negativo com os demais caracteres. Para a altura de inserção do primeiro legume não é um indicador de produtividade, entretanto, há uma relação positiva entre altura da planta e a altura de inserção do primeiro legume (VIEIRA, 2007).

Tabela 6: Correlação linear entre as variáveis de nódulos totais (NODT), nódulos inativos (NODI), nódulos ativos (NODA), inserção do primeiro legume (IPL), Altura da planta (ALTP), Massa de mil sementes (MMS), rendimento de sementes por planta (RSP), número total de legumes (NLT) e número de sementes por planta (NSP). Capão do Leão – RS, 2018.

Variáveis	NODI	NODA	IPL	ALTP	MMS	RSP	NLT	NSP
NODT ⁽¹⁾	0,57*	0,97*	0,09 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,169*	0,23*	0,22*
NODI		0,37*	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,438*	0,34*	0,38*
NODA			0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,071 ^{ns}	0,17*	0,14 ^{ns}
IPL				0,19*	0,29 ^{ns}	-0,15*	-0,2*	-0,24*
ALTP					0,36*	0,28*	0,22*	0,20*
MMS						0,11 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}
RSP							0,89*	0,90*
NLT								0,98*

(1) *e ^{ns} Significativo ao 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente

Neste trabalho as maiores produtividades foram oriundas de plantas com maiores estaturas, sendo este aspecto determinado pela fração genética, na cultura da soja a utilização de cultivares com menor inserção do primeiro legume e maior altura da planta representa genótipos modelos para conseguir maiores produtividades como afirma Rigon et al. (2012). A massa de mil sementes revelou coeficiente de correlação positivo apenas com a altura da planta. O rendimento de sementes por planta revelou coeficiente de correlação positivo com NLT e NSP, assim como número de legumes total obteve coeficiente de correlação positivo com NSP.

2.4 Conclusões

O manejo da cultura da soja, com aplicação sequencial de glifosato para o controle de plantas daninhas pode influenciar negativamente a atividade nodular, número de legumes e sementes por planta, bem como a produtividade de sementes, sendo o glifosato a base de Sal de isopropilamina que demonstrou tais efeitos de maneira mais notória na época de outubro.

A semeadura da soja da cultivar NA5909 RR na primeira quinzena de dezembro e com a aplicação de diferentes saís de glifosato diminuiu o rendimento de sementes por plantas.

3 Capítulo II

Qualidade fisiológica de sementes da soja produzidas sob aplicação de distintas formulações de glifosato

3.1 Introdução

O glifosato é utilizado na agricultura brasileira principalmente em manejo de dessecação em pré-semeadura para realizar a semeadura direta e na aplicação de pós-emergência para as culturas tolerantes ao glifosato (MALTY et al., 2006; PROCÓPIO et al., 2007). Entretanto, o constante uso do glifosato para o controle de plantas daninhas originou outras consequências que afetam no desenvolvimento fisiológico da soja (REIS et al., 2010).

Diferentes formulações de glifosato estão disponíveis no mercado e podem influenciar direta ou indiretamente a fisiologia das plantas e qualidade fisiológica das sementes produzidas (BERVALD et al., 2010; ALBRECHT et al., 2012; CASTRO, 2016). Alterações durante o processo de desenvolvimento das sementes podem resultar em alterações à que se refere à qualidade das sementes produzidas (ALBRECHT & ÁVILA, 2010). O uso de sementes de alta qualidade física e fisiológica trazem grandes vantagens para os agricultores, visto que estas características estarem intimamente relacionadas ao estande final de plantas, componente importante para definir o potencial produtivo da lavoura (DOS SANTOS et al., 2012).

Alguns trabalhos mostram que os efeitos do glifosato podem ser negativos na nodulação (DVORANEN et al., 2008). A fixação simbiótica é a maior fonte de nitrogênio para o desenvolvimento da planta de soja, assim o nitrogênio, é um nutriente essencial para a formação de aminoácidos para as proteínas (KUSANO et al., 2011) que logo tem um papel fundamental na formação de sementes, a semente de soja é caracterizado pelo conteúdo de proteína na composição química (ÁVILA et al., 2007).

A utilização do glifosato pode repercutir em oscilações nutricionais na planta, processo que pode ocasionar clorose nas folhas e o efeito denominado “Yellow flashing” (MEROTTO Jr et al., 2015) que pode ocasionar uma redução da taxa fotossintética para a produção de assimilados e prejudicar a formação normal das sementes (DA SILVA & SARMENTO, 2010). Processo que pode ser decorrente da deriva, bem como de residual presente no solo, podem estar associados a reduções da qualidade da semente (BERVALD et al., 2010). No entanto, o resultado do impacto do uso de glifosato sobre qualidade da semente ainda carece de informações mais amplas. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes produzidas sob o efeito da aplicação de diferentes formulações de sais de glifosato aplicado em duas épocas de semeadura.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de Capão do Leão no laboratório de análise de sementes do departamento de fitotecnia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel- Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

A área experimental situa-se nas coordenadas 31°52' S e 52°21' O. Foi utilizada a cultivar Nidera NA5909 RR, as sementes para as avaliações de qualidade foram advindas dos campos experimentais citados segundo a metodologia do capítulo I, que foram distribuídos em unidades experimentais com três metros de comprimento e cinco linhas de semeadura espaçadas em 0,45 metros. Foram utilizadas como área útil as três linhas centrais visando minimizar os efeitos de borda. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com tratamentos dispostos em quatro repetições, sendo estes organizados de maneira fatorial, duas épocas de semeadura x cinco formulações de sais de glifosato, e logo colhidos na safra 2017/2018, em data 06/04/2018 para a época de outubro e em data 27/04/2018 para a época de dezembro, com 18% de umidade e logo secadas até 12 %, sendo selecionadas através de peneiras com crivo 5 a 6,5 mm e logo armazenadas a uma temperatura de 16°C.

Os dados climáticos de temperatura do ar, radiação solar incidente, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram aferidas em estação meteorológica, sendo as médias de temperatura máxima e temperatura mínima do ar, radiação solar média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica acumulada no

período de experimento foi de 27 °C e 16 °C, 435 Cal cm² d⁻¹, 88% e 548 mm, respectivamente e mostrando os dias de colheitas das duas épocas de semeadura (Figura 2)

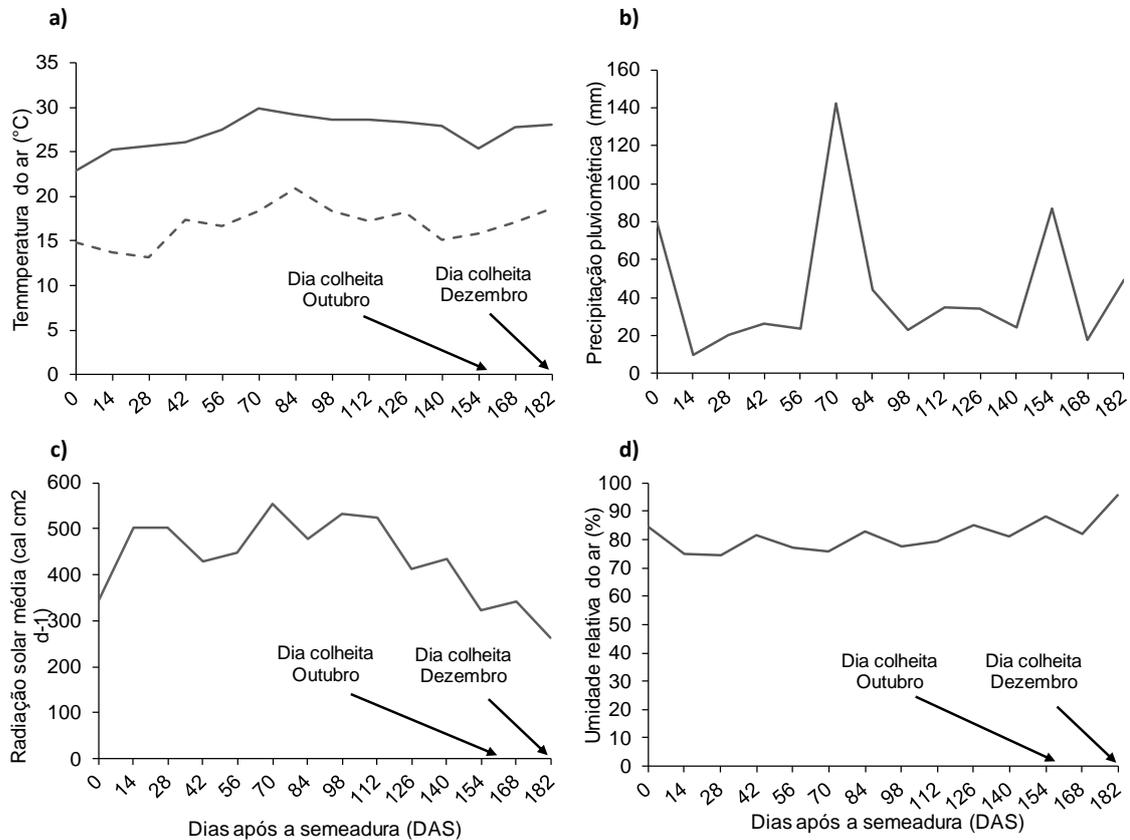


Figura 2 – Temperatura máxima (-) e temperatura mínima do ar (---) (a), precipitação pluviométrica (-) (b), radiação solar média (c), umidade relativa do ar (-). Fonte: Estação Agroclimatológica de Pelotas-RS (Campus Capão do Leão), 2017-2018.

Os tratamentos foram compostos por diferentes formulações de glifosato recomendados para a cultura de soja RR, em pós emergência e dessecação em pré-semeadura. Foram aplicados os glifosatos para ambas épocas de semeadura, nos estádios V4 e V7 segundo a escala de Fehr et al. (1971), as dosagens aplicadas no campo e características dos herbicidas para o experimento seguem na tabela 2.

Tabela 2. Diferentes ingrediente ativos, formulações e doses de glifosato.

Nome	Concentração	Tipo de formulação	Dose
Glifosato	Sal de isopropilamina 480 g L ⁻¹ (355 g L ⁻¹ equivalente ácido)	Concentrado solúvel (SL)	3 l ha ⁻¹
Glifosato	Sal de dimetil amina 608 g L ⁻¹ (480 g L ⁻¹ equivalente ácido)	Concentrado solúvel (SL)	2,25 l ha ⁻¹
Glifosato	Sal de Potássio 588 g L ⁻¹ (480 g L ⁻¹ equivalente ácido)	Concentrado solúvel (SL)	2,25 l ha ⁻¹
Glifosato	Sal de Amônio 715 g kg ⁻¹ (650 g kg ⁻¹ equivalente ácido)	Granulado dispersível (WG)	1,5 kg ha ⁻¹

As sementes foram separadas em amostras advindas da época de semeadura de outubro e dezembro totalizando 10 tratamentos de sementes (Tabela 7).

Tabela 7: Tratamentos de cada formulação de glifosato e época de semeadura.

Tratamento	Época	Formulação de Glifosato
T1	Outubro	Ausência de Glifosato
T2	Outubro	Sal de Isopropilamina
T3	Outubro	Sal de Dimetilamina
T4	Outubro	Sal de Potássio
T5	Outubro	Sal de Amônio
T6	Dezembro	Ausência de Glifosato
T7	Dezembro	Sal de Isopropilamina
T8	Dezembro	Sal de Dimetilamina
T9	Dezembro	Sal de Potássio
T10	Dezembro	Sal de Amônio

Para o trabalho conduzido em laboratório entre os meses de maio e junho de 2018, o delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em um esquema fatorial 5 x 2, com quatro formulações de glifosato mais o controle com

ausência de glifosato e duas épocas de semeadura dispostos em 4 repetições, para as avaliações no laboratório. As variáveis mensuradas foram as seguintes:

Germinação (G): Foram utilizadas quatro repetições com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote, distribuídas em papel *germitest* umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, colocados em germinador regulado a temperatura 25 °C. As contagens foram efetuadas aos oito dias após a semeadura, e as avaliações realizadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG): Obtida por meio de quatro amostras com quatro subamostras de 50 sementes para cada repetição, sendo as sementes dispostas para germinar entre três folhas de papel de germinação do tipo *germitest*, umedecido 2,5 vezes a massa do substrato seca, os rolos foram mantidos em câmara de germinação do tipo BOD a 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).

Envelhecimento acelerado (EA): As sementes foram distribuídas sobre tela metálica, fixada, cobrindo a tela com uma camada de sementes, no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox”, contendo lâmina de 40 mL de solução salina saturada (PEDROSO et al., 2010). A solução salina saturada foi composta por 11 gramas de NaCl para cada 100 mL de água e as caixas plásticas contendo as sementes foram mantidas em BOD a 42 °C pelo período de 48 horas (DUTRA & VIERA, 2004). Decorrido o tempo, as sementes foram dispostos para germinar nas mesmas condições do teste de germinação, sendo a contagem realizada aos cinco dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Comprimento de plântulas: Para a avaliação do comprimento de plântulas as sementes foram submetidas aos procedimentos adaptados da AOS (1983) e descritos por NAKAGAWA (1999). Foram utilizadas quatro subamostras de 20 sementes por repetição. As sementes foram dispostas no terço superior no sentido longitudinal do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente em germinador do tipo BOD regulado a 25 °C, durante oito dias, logo se escolheu 10 plântulas normais aleatórias, depois 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: obtidas a partir de comprimento de plântulas, foram dispostas 10 plântulas por repetição colocadas em sacos de papel pardo e logo levadas a estufa a uma temperatura de 70 °C até massa constante, logo pesadas em balança de precisão, os resultados foram expressos em gramas.

Emergência a campo: obtida a partir da semeadura de quatro repetições com quatro subamostras de 100 sementes por repetição, em canteiros contendo solo. A avaliação foi realizado aos 21 dias após a semeadura, determinando-se os resultado em porcentagem de emergência de plântulas (NAKAGAWA, 1994).

Avaliação enzimática: A análise enzimática foi determinada a partir da semeadura das sementes em rolo de papel do tipo *germitest*, dispondo 20 sementes por repetição de cada tratamento, colocadas em germinador tipo BOD a 25 °C, ao quinto dia após da semeadura foram retiradas as amostras, logo foram coletadas 10 plântulas aleatoriamente, logo retirando os cotilédones utilizando as plântulas para a extração do material vegetal, macerou-se com pistilo em gral de porcelana.

Expressão de isoenzimas: Esterase (ES), fosfatase ácida (FAC), glutamato-oxalacetato-transaminase (GOT) e super-óxidodismutase (SOD), foram determinadas pelo sistema de eletroforese vertical em gel de poliacrilamida. De cada tratamento macerado, coletou-se 200 mg do extrato vegetal, e foram acondicionadas em tubos de Heppendorf, acrescidos por solução extratora (tampão do gel – 0,15% de 2- mercaptoetanol na proporção 1:3 (p/v). O sistema de eletroforese vertical foi montado em géis de poliacrilamida 7%, com 20 µL do material vegetal, em orifícios confeccionados com auxílio de um pente acrílico.

Os géis foram condicionados em cubas eletroforéticas com movimento, mantidas em temperatura ambiente por duas horas, até que a frente de corrida, fosse formada pelo azul bromofenol, e atingisse nove centímetros do ponto de aplicação. Os padrões isoenzimáticos foram realizados pelo sistema de tampões descritos por SCANDALIOS (1969). A interpretação dos resultados foi baseada na análise visual dos géis de eletroforese, considerando-se a presença ou ausência, e quantificação das bandas realizadas a partir do software Gel-Pro Analyzer 3.1

Os dados obtidos em cada avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Efetuou-se o diagnóstico da interação entre época de semeadura x formulações de glifosato. Quando a interação foi significativa desmembrou-se os fatores de época de semeadura e formulação de glifosato aos efeitos simples. As variáveis que não apresentaram interação foram submetidos ao

desmembramento dos efeitos principais através das análises complementares de comparação múltipla de médias por Duncan com 5% de probabilidade para os fatores de época de semeadura e formulações de glifosato.

3.3 Resultados e discussão

A análise de variância revelou significância para interação entre Época de semeadura x Formulações de glifosato para as variáveis de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento da raiz (CR), massa seca da plântulas (MSP), emergência a campo (EC), por outro lado não revelou significância para o envelhecimento acelerado (EA) (Tabela 8), assim como tampouco foi constatado efeito significativo isolado, não revelou significância para interação de comprimento da parte aérea mas foi constatado efeito significativo isolado. Dessa maneira, as interações entre época de semeadura (E) e formulação de glifosato (FG) geram resultados diferentes das variáveis da qualidade fisiológica das sementes, sendo necessário o desdobramento dos efeitos simples e efeitos principais para a obtenção de resultados que expliquem melhor o comportamento das variáveis estudadas.

Tabela 8: Resumo da análise de variância (ANOVA) com os quadrados médios para germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca de plântulas (MSP), e emergência a campo (EC), em função da época de semeadura (E) e Formulações de glifosato (FG), Capão do Leão – RS, 2018.

ANOVA								
FV	GL	Quadrado Médio ¹						
		G	PCG	EA	CPA	CR	MSP	EC
EPOCA (E)	1	0,15 ^{ns}	11,1 ^{ns}	124,3 ^{ns}	198,4*	233,8*	0,00001 ^{ns}	564,6*
Formulação Glifosato (FG)	4	47,9*	49,5*	191,7 ^{ns}	23,9*	161,2*	0,00008*	492,1*
E * FG	4	34,3*	172,6*	100,8 ^{ns}	10,1 ^{ns}	49,5*	0,00024*	686,06*
Bloco	3	108,5	104,5	95,06	15,4 ^{ns}	96,2	0,00001	90,2
Residuo	183	10,9	45,1	90,1	6,81	8,2	6,7	73,1
CV (%)		3,4	7,4	11,0	13,8	20,0	17,1	9,6

⁽¹⁾ Quadrado médio: * e ^{ns} – significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente;

CV – coeficiente de variação

Para o estudo de efeitos principais a variável de comprimento da parte aérea (CPA) apresenta diferença significativa para época de semeadura e formulações de glifosato (Tabela 9), onde observa-se que as sementes que originaram plântulas com maior comprimento da parte aérea foi na época semeada na primeira quinzena de dezembro, apresentando assim um maior desempenho inicial.

Os efeitos climáticos de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar exercem um papel fundamental para um ótimo desenvolvimento das sementes, porque são fatores que estão ligados a deterioração das mesmas, e por consequência determinando a qualidade das sementes inicial das sementes, as condições climáticas estão sujeitas a mudanças entre épocas de semeadura diferentes (MARCOS FILHO, 2005; ALBRECHT et al., 2008). Comparando as diferentes saís de glifosato independente da época de semeadura (Tabela 9), se evidencia que o tratamento com ausência de glifosato obteve uma maior média de comprimento de plântula (19,5 cm), em contraste o tratamento de Dimetil Amina que manifestou menor média de comprimento de plântulas (18,1 cm) em relação aos demais tratamentos.

Tabela 9. Resultado das médias de comprimento da parte aérea (CPA), para época de semeadura independente das formulações e para as formulações de glifosato independente da época de semeadura.

Época de semeadura	CPA (cm)
Outubro*	18,08 B
Dezembro	19,56 A
Formulação Glifosato	CPA (cm)
Ausencia Glifosato**	19,5 a
Isopropilamina	19,18 a
Dimetil Amina	18,11 b
Sal de potássio	18,9 ab
Sal de Amonio	18,26 b
CV%	13,8

* Letras seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem a nível de 5%

** Letras seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem a nível de 5%

Efeitos deletérios na qualidade de sementes são evidenciadas com a aplicação do glifosato em pós-emergência provocando alterações fisiológicas e consequentemente efeitos no desempenho nas sementes (ALBRECHT & ÁVILA, 2010). Os resíduos de moléculas de glifosato que foi absorvido pela planta, pode-se

translocou para as sementes e a degradação das moléculas podem gerar metabólitos secundários, o AMPA (ácido aminometilfosfônico) que é o principal metabólito secundário, o acúmulo de AMPA nas sementes pode ser prejudicial para as mesmas, gerando distúrbios na fisiologia e podendo gerar plântulas anormais (TOLEDO et al., 2012).

Analisando as variáveis que revelaram interação (Tabela 10), observa-se que para germinação, diferiu estatisticamente entre as épocas de semeadura apenas para o tratamento de ausência de glifosato, onde, na época de outubro mostrou-se superior a época de dezembro, logo não diferiu estatisticamente entre os demais tratamentos. Verificou-se diferença significativa dentro da época de semeadura de outubro, sendo o tratamento com ausência de glifosato obtendo maior germinação mas o único tratamento que diferenciou estatisticamente e obteve menor média foi o tratamento com Sal de Amônio, também se evidenciou diferença dentro da época de dezembro sendo a maior média de germinação com tratamento de Dimetil Amina (96%) e as menores médias apresentadas pelos tratamentos de Sal de amônio e ausência de glifosato 94 % e 93% respectivamente.

Foi verificada diferença significativa entre os tratamentos para as épocas de semeadura. Deste modo, não se determinou o efeito negativo na germinação por uma determinada formulação de glifosato. Resultados semelhantes foram constatados por Gris et al. (2013), que não evidenciou efeitos em campo na qualidade da sementes, assim como Castro (2016), não verificou danos induzidos pelas diferentes doses de glifosato na germinação. Porém, quando é aplicado em estádios reprodutivos pode ocasionar injúrias nas sementes, perdendo assim a germinação e qualidade das mesmas (GUIMARÃES et al., 2012).

Para a variável de primeira contagem de germinação (Tabela 10), evidenciou-se diferença significativa entre as épocas de semeadura apenas para o tratamento de Ausência de glifosato, onde as sementes obtiveram maior porcentagem de vigor pelo teste de primeira contagem de germinação, na época de outubro (92%) com relação a dezembro (85%). E para o tratamento de Sal de Potássio, as sementes apresentaram maior porcentagem na época de dezembro (90%) com relação a outubro (85%). Os tratamentos com glifosato dentro de cada época de semeadura diferiram estatisticamente, de modo que na época de outubro o tratamento com menor porcentagem foi Sal de potássio 85%, e as maiores médias foram

encontradas com os tratamentos de Ausência de glifosato e Dimetil Amina com 92 % para ambos.

Tabela 10. Resultados das médias para germinação (%), primeira contagem de germinação (%), emergência a campo (%), comprimento da raiz (cm) e massa seca de plântulas (g), em relação aos tratamentos das formulações de glifosato em cada época de semeadura, Capão do Leão – RS, 2018

Formulação de Glifosato	Germinação (G)		1° Contagem germinação (PCG)	
	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro
Ausência Glifosato	96 aA	92 bB	92 aA	85 bB
Isopropilamina	94 abA	95 abA	89 abA	88 abA
Dimetil Amina	95 aA	96 aA	92 aA	90 aA
Sal de potássio	94 aA	94 abA	85 bB	90 aA
Sal de Amonio	91 bA	93 bA	87 abA	90 aA
CV%:	3,4		7,4	
Formulação de Glifosato	Emergência a campo (EC)		Comprimento da raiz (cm)	
	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro
Ausência Glifosato	87 aB	93 aA	13,5aB	14,9aA
Isopropilamina	90 aA	90 aA	13,3 aA	13,1 bA
Dimetil Amina	72 bB	90 aA	10,1 bA	11,4 cA
Sal de potássio	91 aA	87 aA	10,4 bA	11,6 cA
Sal de Amonio	91 aA	88 aA	10,6 Bb	14,7 aA
CV%:	9,6		20	
Formulação de Glifosato	Massa seca de plântula (g)			
	2° Quinzena outubro	1° Quinzena dezembro		
Ausência Glifosato	0,056 aA	0,054 bcA		
Isopropilamina	0,0503 cB	0,056 aA		
Dimetil Amina	0,056 aA	0,0531 cB		
Sal de potássio	0,055 aA	0,055 abA		
Sal de Amonio	0,053 bA	0,053 cA		
CV%:	17,1			

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao 5 % de probabilidade

Dentro da época de semeadura de dezembro o único tratamento com menor média e diferente estatisticamente foi a Ausência de glifosato. Deste modo, os tratamentos não afetaram a primeira contagem de germinação, considerada como um teste de vigor (ALBRECHT et al., 2012). Ainda, não foi constatado efeito significativo da aplicação do glifosato isolado na germinação e na primeira

contagem, quando aplicados em estádios vegetativos, mas que em associações com outros herbicidas podem ter efeito na qualidade fisiológica das sementes, aplicações de glifosato nos estádios da etapa vegetativa não evidencia possíveis danos na germinação e primeira contagem das sementes (PINTO et al., 2016).

Para a variável de emergência a campo (Tabela 10), evidenciou-se diferença entre as épocas de semeadura. O tratamento com Ausência de glifosato apresentou superioridade na época de dezembro, em relação das sementes produzidas na época de outubro. Comportamento semelhante foi evidenciado pelo tratamento com Sal de Dimetil amina, com a menor porcentagem de emergência a campo apresentada na época de outubro, e superioridade na época de dezembro. Dentro da época de semeadura de outubro se evidenciou diferença significativa. Entretanto, a época de semeadura de dezembro não evidenciou diferença significativa entre os tratamentos, apresentando porcentagem de emergência similar. Em contrapartida, o efeito negativo do glifosato foi observado nas sementes produzidas semeadas na época de outubro com o tratamento de Sal de Dimetil amina diminuindo a emergência a campo, entretanto esse efeito não foi constatado na época de dezembro, portanto não pode se afirmar que o tratamento com Sal de Dimetil amina é prejudicial para a emergência a campo. As precipitações que ocorreram dias antes da colheita em data 06/04/18 podem ter influenciado na qualidade de sementes para os tratamentos de Ausência de glifosato e Sal de dimetil amina época de semeadura de outubro. Efeitos prejudiciais nas sementes e de fitointoxicação nas plantas de soja RR são evidenciados por Albrecht et al. (2011b), com aplicação sequencial do glifosato em estádios vegetativos mas sem especificar a Sal de formulação do glifosato.

Com relação ao comprimento da raiz, evidenciou-se diferença entre as épocas de semeadura de outubro e dezembro para os tratamentos com ausência de glifosato e Sal de amônio, onde os dois tratamentos obtiveram menor comprimento da raiz na época de outubro em comparação dos que apresentaram na época de dezembro (Tabela 10). Logo, os restantes tratamentos não diferiram estatisticamente entre épocas de semeadura.

Foi constatada diferença significativa entre os tratamentos dentro de cada época de semeadura, para a época de semeadura de outubro pode se observar que os maiores comprimento da raiz foram apresentados pelos tratamentos de Ausência de glifosato e Sal de isopropilamina (13,5 e 13,3 centímetros, respectivamente) e

com menor comprimento o tratamento com Sal de Dimetil amina, 10,1 cm. Para a época de semeadura de dezembro se evidenciou diferença significativa entre os tratamentos, os maiores comprimentos foram apresentados pelos tratamentos com Ausência de glifosato e sal de amônio (14,9 e 14,7 cm) respectivamente, e com menor média de comprimento foi a Sal de Dimetil Amina (11,4 cm). Nota-se que o glifosato com Sal de Dimetilamina influenciou negativamente o comprimento da raiz nas duas épocas de semeadura em relação aos demais tratamentos. Quando o glifosato é aplicado nas doses e estádios de desenvolvimentos recomendados não apresentam efeitos negativos para a qualidade de sementes (PINTO et al., 2016). O glifosato atua no sistema da planta via floema e quando é aplicado perto da fase reprodutiva pode ter efeitos deletérios na formação das sementes.

A variável massa seca das plântulas no tratamento com Sal de Isopropilamina manifestou comportamento divergente, de modo que para a época de outubro (T2) apresentou baixa média, em contrapartida na época de dezembro (T7) expressou maior massa seca em comparação dos demais tratamentos (Tabela 10). O tratamento com Sal de Dimetil Amina obteve menor matéria seca na época de dezembro (T3) comparado com a época de outubro (T8), logo os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa entre as épocas de semeadura.

Verificou-se diferença entre os tratamentos dentro de cada época de semeadura. Para a época de outubro, as plantas dos tratamentos com Ausência de Glifosato e Sal Dimetil Amina apresentaram maior massa seca, em contraste o tratamento com Sal de Isopropilamina apresentou menor massa seca em relação aos demais tratamentos. Para a época de semeadura de dezembro o tratamento com Sal de isopropilamina obteve maior massa seca, em contraste o tratamento com Sal Dimetil Amina e Sal de Amônio obtiveram menor massa seca entre os tratamentos. Pode se observar, que os tratamentos com Sal de Isopropilamina e Dimetilamina foram os únicos tratamentos que foram influenciados pela época de semeadura, mostrando resultados divergentes e tendo variações de médias em cada época de semeadura, a matéria seca pode ser afetada quando aumenta a dose do glifosato, em estudo realizado por Reis et al. (2010) constatou que não houve diferença significativa em matéria seca da parte da raiz, porém a matéria seca da parte aérea se constatou diferença significativa quando a dose de glifosato foi maior.

A correlação linear foi realizada para todas as variáveis, visto todas apresentarem diferença significativa entre os tratamentos, foi realizada de maneira estratificada, de modo a apresentar associações pertinentes à variação de cada tratamento, utilizando 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$) (Tabela 11).

A correlação linear realizada para sete caracteres. Para o tratamento com ausência de glifosato revelou 9 associações significativas. Para o tratamento do efeito com Sal de Isopropilamina oito associações significativas. Para o tratamento com efeito de Sal de Dimetilamina revelou oito associações significativas, o tratamento com efeito de Sal de Potássio revelou três associações significativas e o tratamento com efeito de Sal de amônio revelou seis associações significativas.

Tabela 11. Coeficientes de correlação linear pelos efeitos das formulações de glifosato, para as variáveis de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca de plântulas (MSP) e emergência a campo (EC). Capão de Leão – RS, 2018.

		G⁽¹⁾	EA	CPA	CR	MSP	EC
Ausência de glifosato	PCG	0,8*	0,79*	0,2 ^{ns}	-0,48*	0,08 ^{ns}	-0,38*
	G		0,75*	0,15 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,27 ^{ns}	-0,2 ^{ns}
	EA			0,16 ^{ns}	-0,41*	0,13 ^{ns}	-0,26 ^{ns}
	CPA				0,27*	0,45*	0,06 ^{ns}
	CR					0,17 ^{ns}	0,64*
	MSP						0,07 ^{ns}
		G	EA	CPA	CR	MSP	EC
Sal de Isopropilamina	PCG	0,61*	0,65*	-0,03 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
	G		0,37*	0,02 ^{ns}	-0,47*	-0,43*	0,02 ^{ns}
	EA			0,06 ^{ns}	-0,36*	-0,37*	-0,3 ^{ns}
	CPA				-0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
	CR					0,67*	-0,15 ^{ns}
	MSP						0,11 ^{ns}
		G	EA	CPA	CR	MSP	EC
Sal de Dimetilamina	PCG	0,27 ^{ns}	0,82*	-0,06 ^{ns}	0,42*	0,06 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
	G		0,28 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,1 ^{ns}	0,01 ^{ns}
	EA			-0,12 ^{ns}	0,44*	-0,1 ^{ns}	-0,15 ^{ns}
	CPA				0,41*	0,53*	0,42*
	CR					0,41*	0,16 ^{ns}
	MSP						0,55*

(1) * e ^{ns}: Significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t.

Tabela 12. Coeficientes de correlação linear pelos efeitos das formulação de glifosato, para as variáveis de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca de plântulas (MSP) e emergência a campo (EC). Capão de Leão – RS, 2018.

	G	EA	CPA	CR	MSP	EC	
Sal de Potássio	PCG	0,23 ^{ns}	0,75*	0,08 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,1 ^{ns}	0,27 ^{ns}
	G		0,32 ^{ns}	0,36*	0,06 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,17 ^{ns}
	EA			0,23 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,08 ^{ns}
	CPA				0,46*	-0,06 ^{ns}	-0,21 ^{ns}
	CR					-0,17 ^{ns}	0,001 ^{ns}
	MSP						-0,004 ^{ns}
	G	EA	CPA	CR	MSP	EC	
Sal de Amônio	PCG	0,46*	0,78*	0,27 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,15 ^{ns}
	G		0,6*	-0,05 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,21 ^{ns}
	EA			0,26*	-0,07 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,20 ^{ns}
	CPA				0,42*	-0,24*	0,016 ^{ns}
	CR					0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}
	MSP						-0,08 ^{ns}

(1) * e ns: Significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t.

Na ausência do uso glifosato, para a germinação (G) coeficiente de correlação positivo é revelado com EA, e negativo não foi revelado (Tabela 7). A primeira contagem de germinação (PCG) revelou coeficiente de correlação positivo com G, EA, e negativo com CR e EC. O envelhecimento acelerado (EA) revelou coeficiente de correlação negativo com CR. O comprimento da parte aérea (CPA) revelou coeficiente de correlação positivo com CR, e MSP e o caráter de comprimento de raiz revelou coeficiente de correlação positivo com EC.

Com uso de Sal de isopropilamina, a primeira contagem de germinação (PCG) coeficiente de correlação positivo é revelado com G, EA, e negativo não foi revelado. O caráter de germinação (G) revelou coeficiente de correlação positivo com EA, e negativo com CR e MSP (Tabela 11). O envelhecimento acelerado (EA) revelou coeficiente de correlação negativo com CR e MSP, e o comprimento de raiz (CR) revelou coeficiente de correlação positivo com EC.

Para sementes sob tratamento de Sal de Dimetilamina, a primeira contagem de germinação (PCG) coeficiente de correlação positivo é revelado com EA, CR, e negativo não foi revelado. A germinação (G) não revelou coeficiente de correlação positiva nem negativo. O envelhecimento acelerado (EA) revelou coeficiente de correlação positivo com CR. O comprimento da parte aérea revelou coeficiente de

correlação positivo com CR, MSP, EC e o caráter de massa seca da parte aérea revelou coeficiente de correlação positivo com EC (Tabela 11).

Para sementes do tratamento com Sal de Potássio, para a primeira contagem de germinação (PCG) coeficiente de correlação positivo ocorreu com EA, enquanto, negativo não foi apresentado. A germinação (G) revelou coeficiente de correlação positivo com CPA. (Tabela 12), enquanto que, o envelhecimento acelerado (EA) não revelou coeficiente positivo nem negativo. O comprimento da parte aérea (CPA) apresentou coeficiente de correlação positivo com comprimento da raiz (CR) e a massa seca de plântulas (MSP) não demonstraram coeficiente de correlação positivo.

Com relação ao tratamento com Sal de Amônio, a primeira contagem de germinação (PCG) demonstrou coeficiente de correlação positivo com G, EA. A germinação (G) apresentou coeficiente de correlação positivo com CPA (Tabela 12). O envelhecimento acelerado (EA) demonstrou coeficiente de correlação positivo com CPA, o caráter de comprimento da parte aérea revelou coeficiente de correlação positivo com CR e negativo com MSP.

Pode se observar que com a aplicação de Sal de Dimetilamina (Tabela 11), que a germinação (G) não favoreceu os demais caracteres avaliados, em contraste, o restantes dos tratamentos apresentaram efeito sobre outras variáveis. Com a aplicação do glifosato com Sal de potássio não massa seca de plântulas (MSP) não foi favorecido pelos demais caracteres, não apresentando correlação. Com a aplicação do glifosato de Sal de isopropilamina, Sal de potássio e Sal de amônio o teste de emergência a campo não apresentou efeito sobre as demais variáveis.

O efeito da aplicação das diferentes formulações de glifosato em diferentes épocas de semeadura sobre a qualidade de sementes influenciou de maneira distinta a expressão isoenzimática, a expressão da isoenzima esterase (EST) revelou variação nos níveis de expressão de bandas para as épocas de outubro e dezembro (Figura 3A). Nas diferentes aplicações de sais de glifosato, o tratamento que apresentou menor intensidade nas bandas foram as sementes produzidas com aplicação de Sal de amônio na época de dezembro (T10A). O tratamento que apresentou maior intensidade de bandas foram as sementes foram as sementes produzidas sem aplicação de glifosato na época de dezembro (T6A). A isoenzima esterase está ligada ao catabolismo de lipídeos, na fase de germinação da semente. Esse processo de catabolismo de lipídeos é de bastante importância para a

formação de novas moléculas (VEIGA et al., 2010). A intensidade da expressão da isoenzima também está ligada a viabilidade das sementes (BRANDÃO JUNIOR, 1999)

A expressão da isoenzima superóxido dismutase (Figura 3B) apresentou variações na expressão da intensidade de bandas para a época de outubro e dezembro, sendo o tratamento das sementes produzidas sem aplicação de glifosato da época de dezembro que revelou menor expressão das bandas (T6B), e o tratamento com maior intensidade de bandas foram as sementes produzidas com aplicação de sal de amônio (T10B). A isoenzima superóxido dismutase de conversão de radicais superóxidos livre (O_2^-), gerados a nível celular, para o oxigênio molecular e H_2O_2 (SHEHAB et al, 2010).

A expressão da isoenzima fosfatase Ácida (Figura 4A), demonstrou variações de expressão na intensidade de bandas entre os tratamentos de épocas de outubro e dezembro, as sementes com tratamento de sal de dimetil amina da época de dezembro (T8A) expressaram menor intensidade de bandas, e as sementes com tratamento de Sal de Amônio da época de outubro revelaram maior intensidade de bandas (T5A). A isoenzima fosfatase ácida está relacionada a hidrólise de ésteres, podendo participar da atividade respiratória pela peroxidação de lipídeos insaturados nas membranas mitocondriais, assim como estar relacionado ao processo de degradação das membranas que ocasionam a deterioração das sementes (AUMONDE et al., 2013).

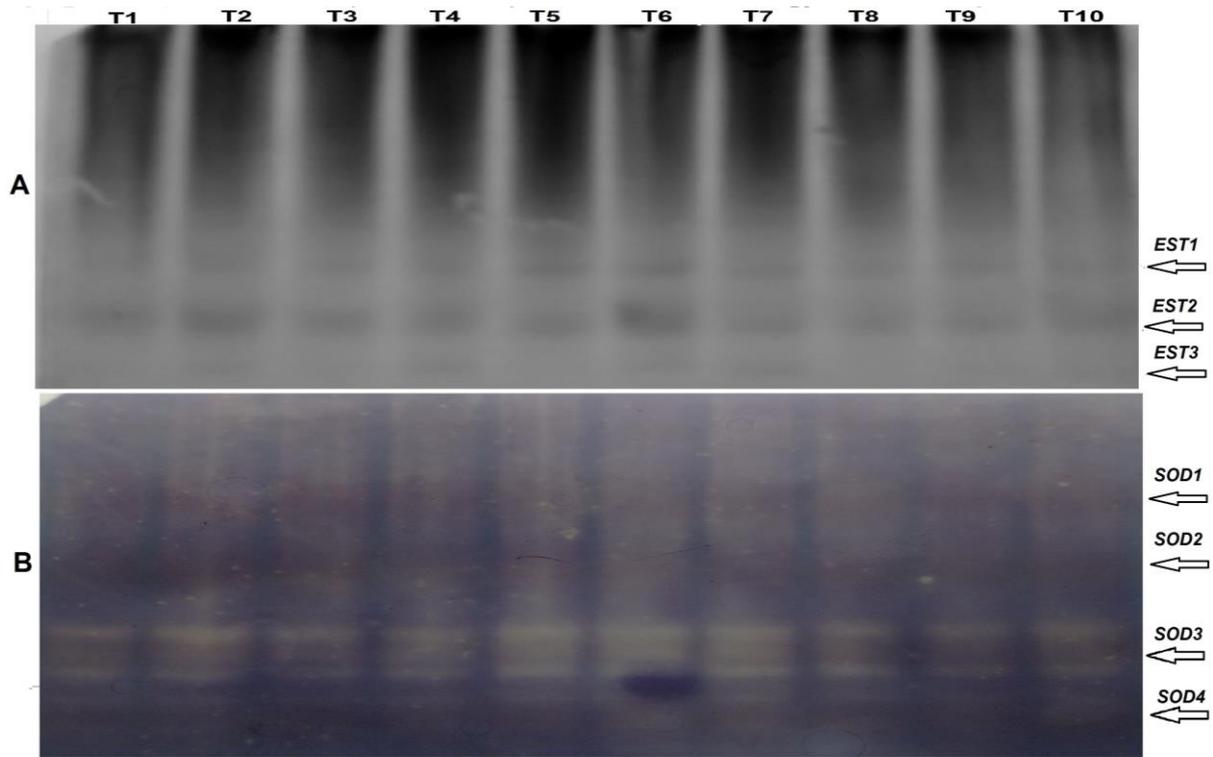


Figura 3. – Expressão isoenzimática (A: Esterase, B: Súperóxido-dismutase) em plântulas de soja produzidas na época de semeadura de outubro (T1= Sem aplicação de glifosato, T2= Sal de isopropilamina, T3= Sal de dimetil Amina, T4= Sal de Potássio, T5= Sal de Amonio) e na época de dezembro (T6= Sem aplicação de glifosato, T7= Sal de isopropilamina, T8= Sal de dimetil Amina, T9= Sal de potássio, T10= Sal de Amonio).

A expressão da isoenzima Glutamato Oxalacetato Transaminase (GOT), revelou leves variações dentro da época de semeadura de outubro (Figura 4B), As sementes dos tratamentos que revelaram maior intensidade das bandas sem aplicação de glifosato e com aplicação de Sal de amônio da época de outubro (T1B e T5B), as sementes dos tratamento que revelaram menor intensidade foram os tratamentos com aplicação de glifosato com Sal de dimetil amina e Sal de potássio da época de dezembro (T8B e T9B). A isoenzima Glutamato Oxalacetato Transaminase (GOT), exerce função na oxidação de aminoácidos, para geração e fornecimento de energia para o ciclo de Krebs, que logo permitirá a síntese de novos aminoácidos que serão utilizados para a multiplicação celular inicial do embrião (MALONE et al., 2007).

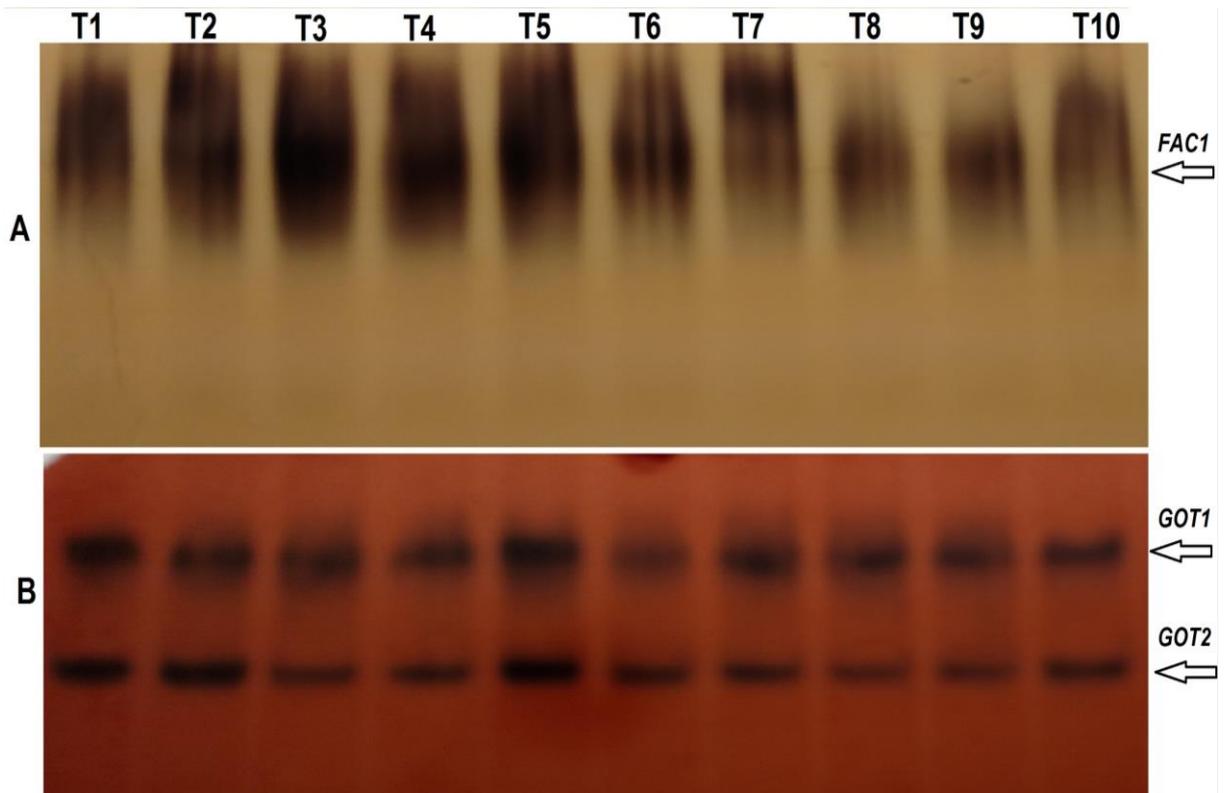


Figura 4. – Expressão isoenzimática (A: Fosfatase Ácida, B: Glutamato oxalacetato transaminase) em plântulas de soja produzidas na época de semeadura de outubro (T1= Sem aplicação de glifosato, T2= Sal de isopropilamina, T3= Sal de dimetil Amina, T4= Sal de Potássio, T5= Sal de Amonio) e na época de dezembro (T6= Sem aplicação de glifosato, T7= Sal de isopropilamina, T8= Sal de dimetil Amina, T9= Sal de potássio, T10= Sal de Amonio).

3.4 Conclusões

O manejo da cultura da soja com aplicação sequencial de glifosato para o controle de plantas daninhas, pode ter efeitos negativos no comprimento de plântulas, porém, não se evidenciou efeitos negativos na qualidade fisiológica das sementes ocasionados pelas formulações de glifosato.

A época de semeadura de soja pode influenciar o comprimento de plântulas, sendo expressado positivamente na época de semeadura da primeira quinzena de dezembro.

4 Capítulo III

Qualidade de sementes de trigo produzidas em diferentes locais do Brasil

4.1 Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo, a produção brasileira de trigo foi de uma superfície de 2,0 milhões de hectares (CONAB, 2018). A produção se concentra majoritariamente no sul do Brasil nos estados de Rio grande do sul, Paraná e Santa Catarina. Entre os manejos para o desenvolvimento da cadeia produtiva do trigo no Brasil, o melhoramento de genótipos de trigo que apresentem maior adaptabilidade aos locais de produção e a produção de sementes de qualidade que possa expressar o potencial produtivo, destaca-se dentre os demais (MACHADO et al., 2018).

O desempenho de sementes de alta qualidade repercute em estande ideal de plantas por hectare e alto teto produtivo da cultura (PRANDO et al., 2012). Além disso, para atingir altas produtividades é necessário considerar outros fatores como época ideal de semeadura, local de produção, e manejos culturais adequados (KOCH, 2012). Para a semente expressar seu potencial produtivo precisa possuir altos atributos fisiológicos, físicos, genético e sanitário (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

A qualidade fisiológica das sementes está estreitamente associada a condições ambientais (KAPPES et al., 2009). A máxima qualidade fisiológica se atinge no ponto de maturidade fisiológica quando se obtém o máximo vigor, germinação e conteúdo de massa seca (MARCOS FILHO, 2015), logo as sementes estão expostas a condições ambientais e entram em um processo de deterioração que envolvem atributos fisiológicos, físicos, e bioquímicos (KRZYZANOWSKY et al., 2008). Entre os atributos fisiológicos estão a germinação e o vigor que determinam o desempenho inicial e o potencial de armazenamento das sementes (SMANIOTTO et al., 2013).

O clima frio exigido pela cultura, o desenvolvimento de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas dessa região e a tradição pelo cultivo explicam a predominância nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. A espécie constitui uma

das principais alternativas de renda para o cultivo de inverno, sendo também, fundamental ao sistema de plantio direto, servindo como cobertura vegetal e também para produção de palha para o cultivo de verão (KOCH, 2015). A região sul abarca uma área de semeadura de 1,8 milhões hectares e uma produção de 4,6 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

Entretanto, a cultura do trigo tem-se expandido para os estados do Centro-Oeste e Sudeste, a região do Brasil-Central comprovadamente constitui uma alternativa para a expansão da área tritícola brasileira (SANTOS, 2008). Condições climáticas favoráveis, com radiação solar abundante e relevo plano, propiciam a utilização de implementos agrícolas e colocam o cerrado brasileiro em destaque no cenário agrícola, repercutindo em aumento de áreas agricultáveis com inserção de novas culturas, entre elas o trigo, cuja área plantada no cerrado aumentou significativamente nos anos recentes, sustentada, sobretudo pelo criterioso manejo do solo e pelo melhoramento genético de plantas de trigo (PIETRO-SOUZA et al., 2013). Atualmente a região do centro-oeste são cultivadas 43 mil hectares de trigo e uma produção de 140 mil toneladas de trigo (CONAB, 2018). Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi de avaliar o desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de trigo produzidas em diferentes locais do Brasil.

4.2 Material e métodos

A avaliação da qualidade das sementes foi conduzida no Laboratório didático de análise de sementes e na área experimental da faculdade de agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizada no Município de Capão do Leão, sob coordenadas de 31° 52' de latitude Sul e 52° 21'. Foram utilizadas sementes de 7 cultivares de trigo produzidas em diferentes regiões do Brasil (Tabela 13).

A caracterização dos diferentes ambientes das sementes produzidas foram descritas, a região de Brasília, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Aw, que caracteriza essa região como Tropical com estação seca no inverno, uma precipitação média anual de 1500 mm e uma altitude de 1100 m. A época de semeadura recomendada é no mês Fevereiro para o sistema de sequeiro e no mês abril para o sistema irrigado.

O clima da região de Rio Verde, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo AW, caracterizado por climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas: seca no inverno e úmida no verão. Uma altitude de 760 m. a temperatura média anual varia entre 20 °C e 25 °C. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico. A época de semeadura recomendada para essa região ocorre no mês Abril e Maio.

A região de Passo Fundo tem uma altitude média de 684 m e clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Cfa 1 (subtropical chuvoso), em um Latossolo Vermelho distrófico típico relevo ondulado e substrato basalto. A época de semeadura recomendada para essa região é no mês de junho até segunda quinzena de Julho.

Tabela 13. Locais de produção das cultivares de trigo.

Cultivar	Localidade	Coordenadas Geográficas
Tbio Sintonia	Brasilia	15° 46' 46" S - 47° 55' 46" O
Tbio Energia	Passo Fundo	28° 15' 46" S - 52° 24' 24" O
Tbio Sonic	Brasilia	15° 46' 46" S - 47° 55' 46" O
BRS-264	Rio verde	17° 47' 53" S - 50° 55' 41" O
Tbio Audaz	Rio verde	17° 47' 53" S - 50° 55' 41" O
Tbio Sonic	Rio verde	17° 47' 53" S - 50° 55' 41" O
Tbio Sintonia	Rio verde	17° 47' 53" S - 50° 55' 41" O
Tbio Sintonia	Passo Fundo	28° 15' 46" S - 52° 24' 24" O
Tbio Audaz	Brasilia	15° 46' 46" S - 47° 55' 46" O
Tbio Sossego	Passo Fundo	28° 15' 46" S - 52° 24' 24" O
Tbio Toruk	Passo Fundo	28° 15' 46" S - 52° 24' 24" O

Para a avaliação dos atributos fisiológicos, físicos e bioquímicos foram realizadas as seguintes avaliações:

Germinação (G): Foram utilizadas oito repetições de 50 sementes, distribuídas em papel *germitest* umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, colocados em germinador regulado à temperatura constante de 20°C. As contagens foram efetuadas aos sete dias após a semeadura, e as avaliações, realizadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG): Obtida por meio de oito amostras com oito subamostras de 50 sementes, sendo as sementes dispostas para germinar entre duas folhas de papel de germinação do tipo *germitest*, umedecido 2,5 vezes a massa do substrato seco, os rolos foram mantidos em câmara de germinação do tipo BOD a temperatura de 20 °C. A contagem foi realizada aos quatro dias após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Velocidade de germinação (VG): Obtida por meio de oito amostras com oito subamostras de 50 sementes. As sementes foram dispostas para germinar entre duas folhas de papel de germinação do tipo *germitest*, umedecido 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram mantidos em câmara de germinação do tipo BOD a temperatura de 20 °C. As contagem foram diárias a partir do segundo dia após a semeadura até o sétimo dia após a semeadura. A formula utilizada para o calcula da velocidade de germinação foi proposta por Edmond e Drapala (1958).

Envelhecimento acelerado (EA): As sementes foram distribuídas sobre tela metálica fixada, cobrindo a tela com uma camada de sementes, no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox”, contendo a lâmina de 40 mL de solução salina saturada (PEDROSO et al., 2010). A solução salina saturada foi composta por 11 gramas de NaCl para cada 100 mL de água e as caixas plásticas contendo as sementes foram mantidas em BOD a 43 °C pelo período de 48 h (LIMA et al., 2006). Decorrido o tempo, as sementes foram dispostas para germinar nas mesmas condições do teste de germinação, sendo a contagem realizada aos quatro dias após semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Emergência de plântulas (EC): foi realizada a partir da semeadura de oito repetições de 50 sementes em solo. A avaliação foi realizada os 21 dias após a semeadura, determinando-se os resultados em porcentagem de emergência de plântulas (NAKAGAWA, 1994).

Velocidade de emergência (VE): Avaliada conjuntamente à emergência a campo. Avaliou-se a emergência das plântulas até a sua estabilização. Os dados foram submetidos a equação de Edmond e Drapala (1958).

Comprimento de plântulas (CPA): para avaliação do comprimento de plântulas as sementes foram submetidas aos procedimentos adaptados de AOSA (1983) e descritos por Nakagawa (1999). Foram utilizados oito subamostras de 20 sementes, sendo as mesmas dispostas no terço superior no sentido longitudinal do

papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente em germinador do tipo BOD regulado a 20 °C, durante sete dias. Logo, coletou-se 10 plântulas normais aleatórias rejeitando as extremas, depois se realizou a medida do comprimento da parte aérea e o comprimento da raiz com ajuda de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros.

Massa de mil sementes (MMS): Determinada pela aferição da massa de 8 amostras de 100 sementes da área útil da parcela experimental, obtidas ao acaso e contadas com auxílio de contador manual. Os resultados foram expressos em gramas (BRASIL, 2009).

Peso hectolitro (PH): O peso hectolitro foi determinado em balança hectolétrica com capacidade de um quarto de litro. O procedimento realizado de acordo com as regras de análise de sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em Kg hL⁻¹.

Clorofila (Cha e Chb): Aos 21 dias após a semeadura, avaliaram-se cinco plantas por repetição, padronizou-se a medição no terço médio da terceira folha desenvolvida, com auxílio de clorofilômetro digital CFL 1030 Falker.

Área foliar (AF): foram coletadas as folhas de 10 plantas por repetição, 21 dias após a semeadura. Determinou-se a área foliar utilizando determinador fotoelétrico (LI-COR model LI-3100 Área meter) que fornece a leitura direta expressa em cm².

Massa seca das folhas (MSF): A massa seca das folhas foi obtida pelo método de estufa a 75°C por 72 horas e logo pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em gramas.

Composição bioquímica: os caracteres de teor de proteína (PTN), lipídeos (LIP), fibra bruta (FB), cinza (CNZ) e amido (AMD) foram determinados por espectroscopia NIR, da marca FOSS NIRS DS2500 (Hillerød, DK, Dinamarca), possui uma faixa de leitura espectral entre 1100 a 2500 nm com intervalo de leitura de 2 nm, com tempo médio de leitura entre 40-45 segundos. Os resultados foram expressos em porcentagem. Para estimativa dos carboidratos totais (CT), foi usada a equação proposta por Sniffen et al. (1992).

Expressão isoenzimática: a análise enzimática foi determinada uma amostra de 50 sementes e, posteriormente macerou-se as sementes com pistilo em gral de porcelana. A expressão de isoenzimas esterase (ES), e glutamato oxalacetato-transaminase (GOT), foi determinada pelo sistema de eletroforese

vertical em gel de poliacrilamida. De cada tratamento macerado, coletou-se 200 mg do extrato vegetal, e foram acondicionadas em tubos de Heppendorf, acrescidos por solução extratora (tampão do gel – 0,15% de 2- mercaptoetanol na proporção 1:3 (p/v). O sistema de eletroforese vertical foi montado em géis de poliacrilamida 7%, com 20 µL do material vegetal, em orifícios confeccionados com auxílio de um pente acrílico.

Os géis foram condicionados em cubas eletroforéticas com movimento, mantidas em temperatura ambiente por duas horas, até que a frente de corrida fosse formada pelo azul bromofenol e atingisse nove centímetros do ponto de aplicação. Os padrões isoenzimáticos foram realizados pelo sistema de tampões descritos por Scandalios (1969). A interpretação dos resultados foi baseada na análise visual dos géis de eletroforese, considerando-se a presença ou ausência, e quantificação das bandas realizadas a partir do software Gel-Pro Analyzer 3.1.

Os dados obtidos em cada avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste F com 5% de probabilidade. As variáveis que apresentaram significância foram submetidas ao teste médias pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade. Posteriormente as cultivares foram submetidos à análise de correlação canônica.

Para o estabelecimento dos grupos canônicos os caracteres foram separados em fisiológicos, físicos e bioquímicos. O grupo de caracteres está composto por atributos fisiológicos germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG) velocidade de germinação (VE), envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea e raiz (CPA e CR), emergência a campo (EC), velocidade de emergência (VE), Teor de clorofila (*ChA* e *ChB*), área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF). Outro grupo é composto pelos atributos físicos, massa de mil sementes (MMS) e peso hectolitro (PH). E o último grupo composto pelos atributos bioquímicos, teor de proteína (PTN), lipídeos (LPD), fibra bruta (FB), cinzas (CNZ), amido (AMD), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF).

4.3 Resultados e discussão

A análise de variância (Tabela 14) revelou significância para as variáveis de germinação (G), velocidade de germinação (VG), envelhecimento acelerado (EA), massa de mil sementes (MMS), velocidade de emergência (VE), peso hectolitro (PH), área foliar (AF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento (CR),

proteína (PTN), lipídeo (LIP), fibra bruta (FB), cinzas (CNZ), amido (AMD), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF). Por outro lado, não demonstrou significância para as variáveis de primeira contagem de germinação (PCG), emergência a campo (EC), clorofila A (*ChA*) e clorofila B (*ChB*) entre as diferentes cultivares. Dessa maneira, observa-se que as cultivares tem diferença para a qualidade fisiológica, física e bioquímica, sendo necessário o desdobramento dos efeitos principais e uma análise de correlação para uma maior inferência da interação entre os atributos fisiológicos, físicos e bioquímicos.

Para análise de médias de germinação (G) (Tabela 15) as sementes da cultivar Sintonia oriunda da localidade de Rio Verde apresentou o valor de 97% como maior porcentagem. Os materiais que apresentaram menor porcentagem de germinação foram das cultivares Sossego e Toruk os dois oriundos de Passo Fundo. É importante destacar que as sementes das cultivares Sossego e Toruk produzidas em Passo Fundo, atingiram valores de 90%, ou seja, acima do exigido para a comercialização da semente. A germinação constitui um atributo da qualidade da semente menos sensível comparativamente ao vigor, entretanto, pode ser influenciada pelo ambiente de produção, genética ou mesmo manejo do campo (FRANCESCHI et al., 2010).

Quanto a velocidade de germinação (VG) destaca-se que sementes da cultivar Audaz produzidas em Rio Verde apresentaram menores valores de VG, indicativo de menor número de dias necessários à germinação. Maiores valores de velocidade de germinação se evidenciam menor vigor de sementes, além disso, a velocidade de germinação contribui no desempenho inicial em um lote de sementes (OLIVEIRA et al., 2009).

Tabela 14. Análise de variância para as variáveis de primeira contagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), velocidade de germinação (VG), envelhecimento acelerado (EA), massa de mil sementes (MMS), emergência a campo (EC), velocidade de emergência (VE), peso hectolitro (PH), Área foliar (AF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca das folhas (MSF), Clorofila A (ChA), clorofila (ChB), proteína (PTN), Lipídeo (LIP), Fibra bruta (FB), cinza (CNZ), amido (AMD), Carboidratos totais (CT), e carboidratos não fibroso (CNF).

ANOVA								
FV	GL	Quadrado Médio						
		G	PCG	VG	EA	EC	VE	MMS
Tratamento	10	24,1*	19,42 ^{ns}	0,154*	946,07*	59,6 ^{ns}	0,918*	141,7*
Repetição	7	5,5	14,64	0,042	31,86	27,52	0,098	0,36
Resíduo	858	9,77	25,1	0,02	28,625	60,39	0,108	0,56
CV%		3,2	5,5	5,17	6,5	9,6	8,5	2,2
		PH	AF	CPA	CR	MSF	Cha	Chb
Tratamento	10	163,21*	17,01 *	43,4*	164,1*	0,0003*	130,35 ^{ns}	2,38 ^{ns}
Repetição	7	0,55	10,1	28,4	107,1	0,0001	310,2	21,85
Resíduo	858	0,44	0,76	6,7	14,7	0,00001	96,41	3,78
CV%		8,5	15,1	27,5	31,7	16,8	41,6	37,6
		PTN	LIP	FB	CNZ	AMD	CT	CNF
Tratamento	10	5,59*	0,13*	0,06*	0,02*	4,2*	7,24*	9,9*
Repetição	7	0,02	0,001	0,001	0,005	0,13	1514,5	81,5
Resíduo	858	0,04	0,001	0,004	0,001	0,08	0,04	0,12
CV%		1,44	2,5	2,4	2,08	0,51	0,2	1,42

(1) Quadrado médio: * e ^{ns} – significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente; CV – coeficiente de variação.

Para análise de médias de germinação (G) (Tabela 15) as sementes da cultivar Sintonia oriunda da localidade de Rio Verde apresentou o valor de 97% como maior porcentagem. Os materiais que apresentaram menor porcentagem de germinação foram das cultivares Sossego e Toruk os dois oriundos de Passo Fundo. É importante destacar que as sementes das cultivares Sossego e Toruk produzidas em Passo Fundo, atingiram valores de 90%, ou seja, acima do exigido para a comercialização da semente. A germinação constitui um atributo da qualidade da semente menos sensível comparativamente ao vigor, entretanto, pode ser influenciada pelo ambiente de produção, genética ou mesmo manejo do campo (FRANCESCHI et al., 2010).

Quanto a velocidade de germinação (VG) destaca-se que sementes da cultivar Audaz produzidas em Rio Verde apresentaram menores valores de VG, indicativo de menor número de dias necessários à germinação. Maiores valores de velocidade de germinação se evidenciam menor vigor de sementes, além disso, a velocidade de germinação contribui no desempenho inicial em um lote de sementes (OLIVEIRA et al., 2009).

Para o comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR) (Tabela 15), destaca-se as cultivares Toruk produzida em Passo Fundo e Audaz Produzidas em Brasília que apresentaram em média 10,6 e 10,3 cm de parte aérea. Enquanto, a cultivar Sintonia produzida no ambiente de Brasília atingiu menor comprimento em comparação das demais cultivares. A cultivar Toruk produzida em Passo Fundo também se destacou obtendo maior comprimento de raiz em relação as demais em contraste a cultivar Sossego produzida no ambiente de Passo Fundo apresentou a menor média de comprimento de raiz. A cultivar Toruk procedente de Passo Fundo apresentou melhor desempenho de crescimento inicial comparando com as demais cultivares. O teste de comprimento de plântula é considerado um teste para diferenciar vigor entre lotes semelhantes (MARCOS FILHO et al., 2009), sendo um teste complementar que pode se associar e relacionar a outros testes de vigor (VANZOLINI et al., 2007).

Tabela 15. Resultados de médias para as variáveis de germinação (G), velocidade de germinação (VG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), envelhecimento acelerado (EA), massa de mil sementes (MMS), peso hectolitro (PH), velocidade de emergência (VE), massa seca das folhas (MSF) em função das sementes estudadas; SBR (Tbio Sintonia; Brasília), EPF (Tbio Energia; Passo Fundo), OBR (Tbio Sonic; Brasília), BRV (BRS-264; Rio Verde); ARV (Tbio Audaz; Rio Verde), ORV (Tbio Sonic; Rio Verde), SRV (Tbio Sintonia; Rio verde), SPF (Tbio Sintonia; Passo Fundo), ABR (Tbio Audaz; Brasília), GPF (Tbio Sossego; Passo Fundo), TPF (Tbio Toruk; Passo Fundo).

ITEM	G (%)	VG (dias)	CPA (cm)	CR (cm)	EA (%)	MMS (g)	PH (Kg hL ⁻¹)	VE (dias)	MSF (g)
SBR	96 ab	2,6 de	8,2 e	12,2 bcd	84 cd	31,63 e	76,4 e	6,9 bcd	0,024 bcd
EPF	95 ab	2,9 ab	8,6 ed	13,5 ab	56 g	29,89 f	79,2 b	6,9 abc	0,02 cd
OBR	95 ab	2,8 bc	9,8 abc	13,1 bc	86 bcd	41,76 a	77,8 c	6,8 ecd	0,021 bc
BRV	94 ab	2,6 de	9,2 cd	11,1 ed	88 abc	33,31 c	72,8 f	6,4 f	0,018 e
ARV	94 abc	2,5 e	9,4 bcd	10,3 ef	90 ab	32,3 de	77,9 c	6,4 ef	0,02 bc
ORV	94 abc	2,8 bc	9,8 abc	12,4 bcd	86 bcd	41,16 a	77,7 c	6,7 cde	0,019 de
SRV	97 a	2,7 cde	9,2 cd	10,8 ef	84 cd	28,43 g	77,7 c	6,6 edf	0,017 f
SPF	96 ab	2,6 de	8,6 ed	12,7 bc	67 f	33,56 c	79,8 a	6,9 cd	0,017 f
ABR	95 ab	2,7 cde	10,3 ab	12 cd	94 a	32,91 cd	77,0 d	6,3 f	0,019 ed
GPF	91 c	3,04 a	9,04 cde	9,8 f	82 de	36,75 b	77,9 c	7,3 a	0,024 a
TPF	91 c	2,7 cde	10,6 a	14,5 a	78 e	33,68 c	76,4 e	7,3 ab	0,021 b
CV%	3,2	5,17	27,5	31,7	6,5	2,2	8,5	8,5	16,8

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16. Resultados de médias para as variáveis de Área foliar (AF), proteína (PTN), Lipídeo (LIP), Fibra bruta (FB), cinza (CNZ), amido (AMD), Carboidratos totais (CT), e carboidratos não fibroso (CNF) em função das sementes estudadas; SBR (Tbio Sintonia; Brasília), EPF (Tbio Energia; Passo Fundo), OBR (Tbio Sonic; Brasília), BRV (BRS-264; Rio Verde); ARV (Tbio Audaz; Rio Verde), ORV (Tbio Sonic; Rio Verde), SRV (Tbio Sintonia; Rio verde), SPF (Tbio Sintonia; Passo Fundo), ABR (Tbio Audaz; Brasília), GPF (Tbio Sossego; Passo Fundo), TPF (Tbio Toruk; Passo Fundo).

ITEM	AF (cm ²)	PTN (%)	LIP (%)	FB (%)	CNZ (%)	AMD (%)	CT (%)	CNF (%)
SBR	5,9 c	16,7 a	1,76 cd	2,8 a	1,8 a	55,2 e	79,7 h	24,8 d
EPF	5,8 c	15 c	1,76 cd	2,5 ef	1,6 cd	56,4 cd	81,6 f	25,1 c
OBR	6,2 b	15,8 b	1,73 de	2,7 bc	1,7 a	56,2 d	80,7 g	24,4 d
BRV	5,8 c	14,8 c	1,68 e	2,6 cde	1,6 bc	56,7 cd	62,3 i	20,5 e
ARV	5,8 c	13,4 e	1,53 f	2,5 def	1,6 bcd	57,6 b	83,3 cd	25,7 c
ORV	5,7 c	12,2 f	1,42 g	2,6 bcd	1,5 e	56,4 cd	84,7 a	28,2 b
SRV	5,09 d	13,2 e	1,51 f	2,7 ba	1,6 b	54,2 f	83,5 bc	29,2 a
SPF	5,08 d	14,3 d	1,82 bc	2,4 g	1,5 de	56,8 c	82,2 e	25,4 c
ABR	5,3 d	13,4 e	1,98 a	2,3 g	1,5 e	58,7 a	81,6 d	24,3 d
GPF	6,6 a	15,7 b	1,87 b	2,4 fg	1,6 bc	56,4 cd	80,7 g	24,2 d
TPF	5,6 c	13,3 e	1,26 h	2,6 bcd	1,6 bcd	55,6 e	83,7 b	28,1 b
CV%	15,1	1,4	2,5	2,4	2,08	0,51	0,2	1,42

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Para o teste de envelhecimento acelerado (Tabela 15), obtiveram-se resultados mais expressivos. A cultivar Audaz produzida em Brasília obteve maior germinação após o envelhecimento acelerado em relação as demais; a cultivar Audaz produzida em Brasília também se destacou obtendo 90 % germinação, em comparação dos 94% da cultivar Audaz produzida em Brasília, em contraste a cultivar com menor germinação foi a cultivar Energia procedente de Passo Fundo, com 56 % de germinação.

Para a variável de velocidade de emergência a cultivar Audaz procedente de Brasília apresentou menor dia de emergência, que reflete uma maior velocidade de emergência, como também a cultivar BRS-264 produzidas em Rio Verde apresentou menor dia de emergência. E as cultivares que apresentaram maiores valores de velocidade de emergência foram obtidos por plântulas das cultivares Sossego e Toruk ambos produzidos no local de Passo Fundo o que reflete em menor rapidez de emergência.

A cultivar Audaz produzida em Brasília se destacou para as variáveis de envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea (CPA) e velocidade de emergência (VE) de comprimento de plântulas na parte aérea. Sementes de alto vigor produzem plântulas normais e saudáveis em um menor tempo por ter maior capacidade de transformação das reservas em comparação de sementes de baixo desempenho inicial (KOLCHINSKI et al., 2006).

Observou-se que para a massa de mil sementes a Cultivar Sonic produzida em Brasília e Rio Verde apresentaram maior massa de mil sementes com 41,7 e 41,1 gramas, respectivamente, por outro lado as cultivares Sintonia produzida no ambiente de Rio verde e Energia produzida em Passo Fundo apresentaram menor massa com 28,4 e 29,8 gramas, respectivamente. Henning et al. (2010) afirma que sementes com maior massa apresentam melhor desempenho inicial por causa das reservas armazenadas. Contudo, deve ficar evidente que o aproveitamento das reservas também mantém relação a capacidade de metabolização, transporte e aproveitamento dos compostos pelo embrião.

Para o peso hectolitro observou-se variação significativa entre as cultivares. O maior valor para o peso hectolitro foi constatado pela cultivar Sintonia oriunda de Passo Fundo, em contraste o menor peso hectolitro foi constatado pela cultivar BRS-264 produzida no ambiente de Rio verde. As cultivares que apresentaram maior massa de mil sementes, não refletiram essa característica para o peso hectolitro,

mostrando assim diferenças entre as ligações das variáveis de massa de mil sementes e peso hectolitro.

O peso hectolitro, entre outros fatores, depende da cultivar e do tamanho da semente (ORMOND et al., 2013). Os cultivares produzidas em diferentes locais, com maior peso hectolitro não apresentaram os maiores valores porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado.

Para a massa seca das folhas (MSF) (Tabela 15) e área foliar (AF) (Tabela 16) pode se observar que a cultivar Sossego produzida em Passo Fundo apresentou o melhor desempenho com média de 0,024 g para a massa seca de folhas e 6,6 cm² de área foliar. As cultivares que apresentaram menor desempenho para estas variáveis foram as cultivares Sintonia procedente do local de Rio Verde e Sintonia produzida em Passo Fundo com 0,017 g de massa seca de folhas para ambos e 5 cm² de área foliar para ambos. O incremento de massa seca tem relação com o incremento da área foliar, devido a produção de fotoassimilados que logo são acumulados nos diferentes órgãos da planta (KOCH et al., 2015).

É interessante verificar que em condições de campo se destacou a cultivar Sossego procedente de Passo Fundo comparativamente a Audaz produzida em Brasília que se destacou de maneira mais marcante em condições controladas a cultivar Sossego procedente de Passo Fundo apresentou germinação relativamente alta após suas sementes terem sido submetidas ao envelhecimento acelerado (Tabela 15).

Para a proteína (Tabela 16), o maior teor ocorreu em sementes da cultivar Sintonia produzida no ambiente de Rio Verde apresentando 16,7 %, em contraste a cultivar Sonic produzida em Rio Verde apresentou 12,2% de proteína sendo o menor de todas as cultivares. A cultivar Sintonia produzida no ambiente de Brasília apresentou teor de proteína adequado, em comparação a outros trabalhos que mensuraram os teores de proteínas de sementes de trigo (BOSCHINI et al., 2011; GUTKOSKI et al., 2011). O teor de proteína é influenciado pelo ambiente de cultivo e pela interação genótipo e ambiente. Além disso, mantém relação com a quantidade de nitrogênio disponível para a planta (FAVARATO et al., 2011).

Com relação ao teor de lipídeos, a cultivar Audaz produzida no ambiente de Brasília (Tabela 16) demonstrou maior conteúdo com 1,98% de lipídeo e as cultivares Toruk procedente de Passo Fundo e Sonic produzida em de Rio Verde apresentaram menor conteúdo de lipídeo com teores de 1,26 e 1,42%,

respectivamente. A deterioração ao longo de armazenamento possui relação a processos de oxidação (ORTOLAN et al., 2010), entre tanto as sementes de trigo contenham baixo percentual de lipídeos, pode ter algum efeito na qualidade para a conservação da sementes (DELIBERALI et al., 2010).

Para o conteúdo de fibra bruta (Tabela 16), as cultivares e Sonic ambas produzidas em Brasília, apresentaram maior valor atingindo 2,8% e 2,71%, respectivamente, por outro lado a cultivar com menor teor de fibra bruta foi a cultivar Audaz produzida em Brasília (2,3%). Para cinzas, a cultivar com maior teor de cinzas foi a cultivar Sintonia procedente de Brasília (1,8 %) e a cultivar Sonic da cultivar Rio Verde apresentou menor teor 1,52%. Durante a germinação de sementes de trigo pode ocorrer o aumento do teor de cinzas, por meio da redução do conteúdo total de amido (CHAVAN & KADAN, 1989).

Para o amido (AMD) (Tabela 16) destaca-se a cultivar Audaz produzida no ambiente de Brasília com o teor de 58,7 %. As sementes da cultivar Audaz produzidas em Rio Verde apresentou a menor média com 54,2% de teor de amido. Maiores teores de amido podem proporcionar maior potencial fisiológico em sementes de amiláceas, além proporciona maior tempo de conservação (HENNING et al., 2010).

Para carboidratos totais a cultivar Sonic procedente de Rio Verde apresentou maior valor atingido 84,7% (Tabela 16), enquanto, as sementes da cultivar BRS-264 produzidas no ambiente de Rio Verde apresentou o menor valor com 62,3%. Para carboidrato não fibroso destaca-se a cultivar Sintonia produzida em Rio Verde com 29,2%, contudo, o menor valor foi atingido pela cultivar BRS-264 produzida no local de Rio Verde (20,5%).

A correlação linear revelou diferencias significativas com 5% de probabilidade pelo teste t (Tabela 17). Composta por todos os caracteres avaliados, teve o intuito de revelar a magnitude e o sentido das associações entre os caracteres fisiológicos, físicos e bioquímicos das sementes das diferentes cultivares de trigo.

A correlação linear realizada para 17 caracteres (Tabela 17) revelou 136 associações, com 33 significativas. Em relação a germinação (G), o coeficiente de correlação positivo não foi revelado, e negativo para VE ($r=-0,29$). Höfs (2004) em sementes de arroz, relata que a relação entre a germinação e velocidade de emergência pode ser influenciado pelo vigor da sementes, podendo ocorrer

diferentes velocidades de emergência de plântulas para sementes com germinação semelhante, mas níveis de vigor diferentes.

Para velocidade de germinação (VG) (Tabela 17) coeficiente de correlação positivo foi revelado com VE ($r=0,26$), PH ($r=0,21$), e negativo para EA ($r=-0,28$). Pedroso et al. (2010) observaram que o nível de vigor de sementes é reduzido, quando são expostas as altas temperaturas e umidade relativa.

Para germinação obtida após o envelhecimento acelerado (EA) (Tabela 17) houve coeficiente de correlação positivo com MMS ($r= 0,24$), e negativo com VE ($r= -0,37$) e PH ($r= -0,48$). Para comprimento de parte área (PA) observou-se coeficiente correlação positiva para CR ($r=0,58$), e negativa para AF ($r=-0,06$) e CNZ ($r=-0,44$). Em estudos realizados por Guimarães et al. (2002), evidenciam que o comprimento da raiz e parte aérea relacionam-se linearmente de maneira positiva, o que corrobora o presente estudo. O comprimento de raiz (CR) não demonstrou coeficiente de correlação positiva com as demais variáveis, porém apresentou coeficiente de correlação positiva com CNZ ($r= -0,36$).

Para a velocidade de emergência (VE) o coeficiente de correlação foi positivo com PH ($r= 0,2$), não demonstrando coeficiente de correlação negativo para as demais variáveis. Ávila et al. (2005) evidenciaram o coeficiente de correlação negativo para velocidade de emergência e peso das sementes.

Com relação ao peso hectolitro (PH) foi verificado coeficiente de correlação positivo com CT ($r= 0,42$), CNF ($r= 0,37$), porém não revelou coeficiente de correlação negativa para os demais caracteres.

Para a área foliar (AF) foi observado o coeficiente de correlação positivo com MSF ($r=0,23$), PTN ($r= 0,46$), FB ($r= 0,34$), e CNZ ($r=0,46$), porém coeficiente negativo não constatado. Para a massa seca das folhas ocorreu coeficiente de correlação positivo com CNZ ($r=0,38$), em contrapartida não se observou coeficiente de correlação negativo com os demais caracteres. Teodoro et al. (2011) verificaram que teores de proteína e massa seca de folhas foram maiores quando medidos em folhas aos 15 dias após da emergência.

Tabela 17. Correlação linear entre as variáveis de resultados de médias para germinação (G), velocidade de germinação (VG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), envelhecimento acelerado (EA), massa de mil sementes (MMS), peso hectolitro (PH), velocidade de emergência (VE), massa seca das folhas (MSF), Área foliar (AF), proteína (PTN), Lipídeo (LIP), Fibra bruta (FB), cinza (CNZ), amido (AMD), Carboidratos totais (CT), e carboidratos não fibroso (CNF) em função das sementes estudadas.

Variáveis	VG	EA	CPA	CR	MMS	VE	PH	AF	MSF	PTN	LIP	FB	CNZ	AMID	CT	CNF
G ¹	-0,1 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,29*	0,06 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,15 ^{ns}
VG	.	-0,28*	0,08 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,26*	0,21*	-0,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
EA	.	.	0,04 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,24*	-0,37*	-0,48*	0,07 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,2 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
CPA	.	.	.	0,58*	0,15 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,06*	-0,01 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-0,44*	0,24 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CR	0,07 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,36*	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}
MMS	-0,10 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
VE	0,2*	0,05 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,32 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,3 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,27 ^{ns}
PH	-0,07 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,42*	0,37*
AF	0,23*	0,46*	0,11 ^{ns}	0,34*	0,46*	-0,3 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
MSF	0,28 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,38*	-0,1 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
PTN	0,53*	0,15 ^{ns}	0,70*	-0,1 ^{ns}	-0,99*	-0,71*
LIP	-0,55*	0,07 ^{ns}	0,44*	-0,61*	-0,80*
FB	0,54*	-0,71*	-0,08 ^{ns}	0,39*
CINZ	-0,53*	-0,69*	-0,23 ^{ns}
AMID	0,13 ^{ns}	-0,54*
CT	0,91*

(1) * e ^{ns} - Significativo ao nível de 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Para a proteína (PTN) ocorreu coeficiente de correlação positivo com LIP ($r=0,53$), CNZ ($r=0,7$), em contrapartida revelou coeficiente de correlação negativo com CT ($r=-0,99$) e CNF ($r=-0,71$). Para lipídeos (LIP) o coeficiente de correlação foi positivo e revelado com AMD ($r=0,44$), por outro lado, foi negativo para FB ($r=-0,55$), CT ($r=-0,612$) e CNF ($r=-0,8$). Os lipídios, proteínas e carboidratos são componentes importantes das reservas da sementes e para as plântulas durante a germinação (ZIEGLER et al., 1995)

A fibra bruta (FB) demonstrou coeficiente de correlação positiva com CNZ ($r=0,54$), e CNF ($r=0,39$) e negativo com AMD ($r=-0,71$). Para o teor de cinza (CNZ) não foi verificado coeficiente de correlação positivo, porém observou-se que foi negativo com AMD ($r=-0,53$) e CT ($r=-0,69$). O teor de amido apresentou coeficiente de correlação negativo com CNF ($r=-0,54$) e os carboidratos totais demonstraram coeficiente de correlação positiva com carboidratos não fibrosos ($r=0,91$).

As estimativas dos coeficientes de correlação de grupos canônicos entre os variáveis bioquímicas, e àquelas vinculadas à qualidade fisiológica das sementes (Tabela 18). A significância é dada com 0,05% de probabilidade através do teste de qui-quadrado, onde as magnitudes elevadas dos coeficientes de correlação evidenciam a dependência entre os grupos de caracteres.

As diferentes cultivares de sementes de trigo, revelam associações estabelecidas através do par canônico com máxima de verossimilhança de LRT: 0,0115 entre grupos (Tabela 18), quando o teor de fibra bruta, amido e cinzas. (Caracteres bioquímicos) nas sementes, são determinantes ou tendem a gerar sementes com maior germinação, vigor (pelo teste envelhecimento acelerado) e comprimento da parte aérea, por que apresentam o mesmo sentido.

Para a germinação e a expressão do vigor as sementes envolvem processos metabólicos relacionados a metabolização das substâncias de reserva. O amido é o principal constituinte de reserva, portanto, exerce papel importante no desempenho inicial das sementes (AREND et al., 2013).

Tabela 18 – Correlações canônicas estimados entre componentes primários de composição bioquímica, proteína, lipídeo, fibra bruta, teor de cinza e amido e secundário de parâmetros fisiológicos, germinação, envelhecimento acelerado, massa seca de plântulas, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, no município de Capão do Leão-RS, safra 2018.

Variáveis	Bioquímicos
Proteína	-0,2695
Lipídeo	-0,063
Fibra bruta	0,3068
Teor de cinza	0,0331
Amido	0,1674
	Fisiológicos
Germinação	0,4958
Envelhecimento acelerado	0,6066
Massa seca de plântulas	-0,3177
Comprimento da parte aérea	0,0489
Comprimento da raiz	-0,0214
r*:	0,83
LRT:	0,0115

*r: Coeficiente de correlação canônica; LRT: taxa máxima de verossimilhança.

O par canônico das cultivares de sementes (Tabela 18) também revelaram associações estabelecidas entre grupos, onde os teores de proteína e lipídeos (Composição bioquímica) apresentam o mesmo sentido que massa seca de plântula, comprimento da raiz. Então pode se inferir que sementes com menor teor de proteína e lipídeos, tendem a ter uma redução na massa seca e comprimento da raiz. Berni & Canniatti-Brazaca (2011) observaram que o teor de lipídeos acrescentou em porcentagem na medida do tempo de germinação de sementes de trigo, o aumento do teor de lipídeos e a massa seca durante a germinação pode ser devido a síntese destes, a partir da degradação do amido, o teor de proteína teve a mesma tendência.

As estimativas dos coeficientes de correlação de grupos canônicos (Tabela 19) entre os atributos físicos, e atributos fisiológicos de sementes. A significância é dada com 0,05 de probabilidade através do teste de qui-quadrado, onde as magnitudes elevadas dos coeficientes de correlação evidenciam a dependência entre os grupos.

As sementes das cultivares revelaram associações estabelecidas através do par canônico com taxa máxima de verossimilhança de LRT: <0,0001 (Tabela 17),

onde a massa de mil semente apresentou o mesmo sentido que envelhecimento acelerado, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz. Com base a esses resultados, sementes com maior massa de mil sementes dentro das cultivares e locais que foram produzidas as sementes estudadas, tende a manter relação com a maior porcentagem de germinação no envelhecimento acelerado, maior comprimento de plântula e comprimento da raiz. Silva et al. (2007) observaram em sementes de cevadilha vacariana a não influencia na germinação, porém influência de maneira positiva no vigor das sementes, avaliado através dos testes de envelhecimento acelerado e comprimento de plântulas. Em alguns casos sementes de maior tamanho ou maior densidade, têm maior quantidade de reserva para o embrião, tendo uma tendência a apresentar maior vigor (PÁDUA et al., 2010).

Tabela 19. Correlações canônicas estimados entre componentes primários de atributos físicos: Massa de mil sementes e peso hectolitro e secundário de parâmetros de qualidade fisiológica: Germinação, envelhecimento acelerado, massa seca de plântulas, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz. No município de Capão do Leão-RS, safra 2018.

Variáveis	Qualidade Física
Massa de mil sementes	0,03132
Peso hectolitro	-0,485
	Qualidade Fisiológica
Germinação	-0,1602
Envelhecimento acelerado	0,5406
Massa seca de plântulas	-0,1149
Comprimento da parte aérea	0,1563
Comprimento da raiz	0,0278
r:	0,5826
LRT:	<0,0001

*r: Coeficiente de correlação canônica; LRT: taxa máxima de verossimilhança.

Foi verificado nas sementes das diferentes cultivares (Tabela 19), associações estabelecidas dentro do par canônico, onde o peso hectolitro revelou o mesmo sentido de germinação e massa seca de plântula, portanto as sementes das cultivares produzidas em diferentes ambientes no presente estudo, de maneira geral tem uma tendência que sementes que apresentam menor peso hectolitro podem também ter um decréscimo de porcentagem de germinação e massa seca de plântulas. Em estudo realizado por Kolchinski et al. (2004), afirma que o peso

hectolitrico em sementes de aveia branca não reflete na qualidade fisiológica das sementes.

As cultivares produzidas em diferentes localidades expressaram diferentes intensidades nas bandas reveladas, das diferentes isoenzimas avaliadas. A expressão da isoenzima Esterase (EST) (Figura 5A) revelou variações nos níveis de expressão de bandas para as sementes de diferentes cultivares, a cultivares que apresentaram maior intensidade de bandas foram da cultivar Sonic de Rio Verde e Energia de Passo Fundo, e sendo as cultivares que apresentaram menor intensidade de bandas foram das cultivares Audaz de Rio Verde e Audaz de Brasília. Esta enzima está estreitamente ligada com o catabolismo de lipídeos, fonte de carbono para a síntese de novas moléculas em plântulas. Também a Esterase é um bom marcador bioquímico para avaliação qualidade de sementes (TUNES et al., 2012).

A expressão da isoenzima Glutamato – oxalacetato transaminase (GOT) (Figura 5B) revelou variações de intensidade de bandas para as diferentes cultivares, os lotes que revelaram maior intensidade de bandas foram as cultivares Sintonia do local de Passo Fundo, e Audaz do local Brasília. Os lotes que revelaram menor intensidade de bandas foram Sintonia do local Rio Verde, BRS-264 produzida em Rio Verde. A enzima GOT atua na oxidação de aminoácidos que proporciona energia ao ciclo de Krebs, para logo gerar novos aminoácidos que permitam um ótimo desenvolvimento do embrião. Por tanto exerce um rol fundamental no processo de germinação, devido a enzima estar diretamente ligada ao metabolismo protéico (TUNES et al., 2010). Por tanto os resultados aproximam-se aos dados obtidos no teste de germinação.

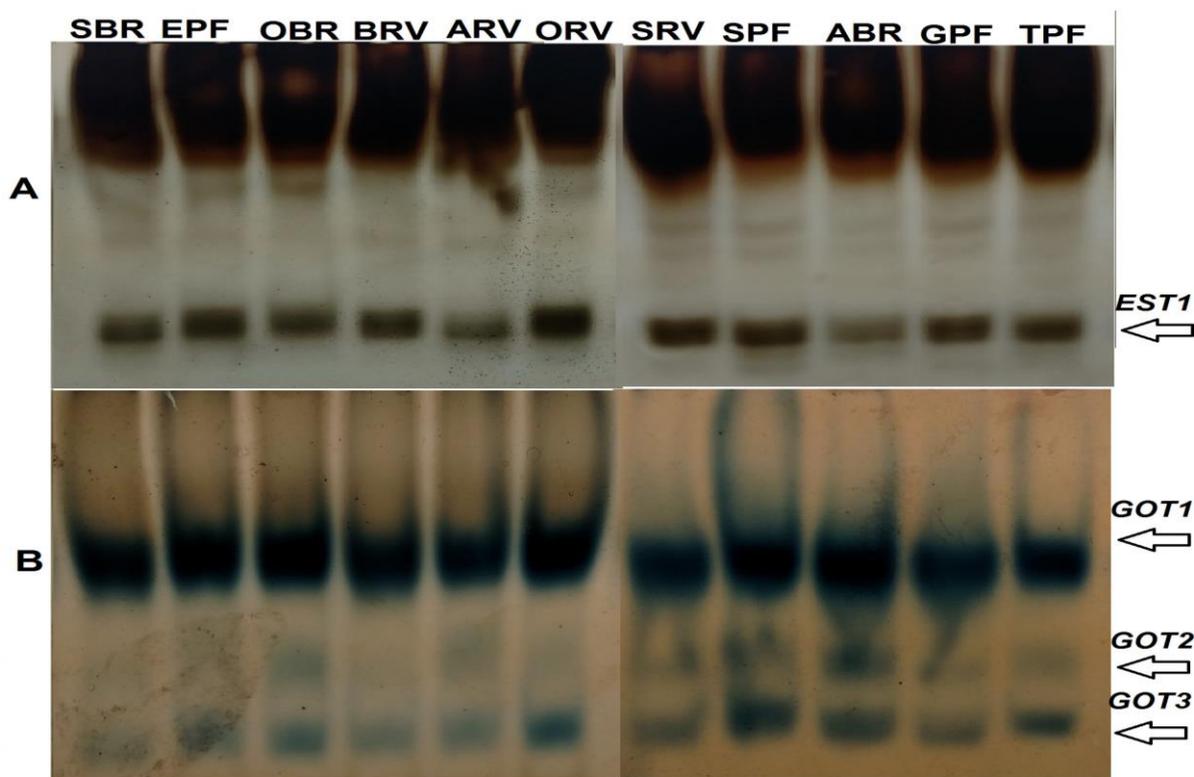


Figura 8. – Expressão isoenzimática, A: Esterase, B: Glutamato – oxalacetato transaminase, de sementes trigo, de diferentes cultivares e locais de produção; SBR (Tbio Sintonia; Brasília), EPF (Tbio Energia; Passo Fundo), OBR (Tbio Sonic; Brasília), BRV (BRS-264; Rio Verde); ARV (Tbio Audaz; Rio Verde), ORV (Tbio Sonic; Rio Verde), SRV (Tbio Sintonia; Rio verde), SPF (Tbio Sintonia; Passo Fundo), ABR (Tbio Audaz; Brasília), GPF (Tbio Sossego; Passo Fundo), TPF (Tbio Toruk; Passo Fundo).

4.4 Conclusões

As sementes da cultivar Tbio Audaz e procedente da localidade de Brasília, apresentou qualidade fisiológica superior, apresentando maior vigor nos testes de envelhecimento acelerado, comprimento da parte aérea e velocidade de emergência, assim como foi o lote que apresentou maior teor de amido na composição bioquímica.

Dentro do material estudado, verifica-se que independente da cultivar e do local de produção de sementes de trigo, existe uma associação positiva entre os atributos bioquímicos e físicos que influenciam na qualidade fisiológica de sementes, destacando-se o teor de amido, teor de fibras e material mineral, assim como a massa de mil sementes, para a germinação, vigor e comprimento de plântulas.

5 Considerações Finais

Os diferentes manejos demonstraram efeitos significativos das diferentes formulações de glifosato exercem sobre a nodulação, sendo a Sal de isopropilamina que apresenta maior efeito negativo reduzindo o número de nódulos total e número de nódulos ativos. Os efeitos das aplicações de diferentes formulações de glifosato se vê mais pronunciado na época de semeadura de dezembro para a variável de rendimento de sementes por planta.

A aplicação sequencial de diferentes formulações de glifosato não afetou a qualidade fisiológica de sementes, porém pode ter efeito negativo no comprimento da parte aérea com a aplicação da formulação com Sal de Dimetil Amina e há uma tendência da época de semeadura influenciar na qualidade de sementes, sendo no presente trabalho as sementes produzidas na época de semeadura de dezembro apresentaram maior comprimento de plântula em comparação das sementes produzidas na época de outubro.

As sementes de trigo de diferentes cultivares e produzidas em diferentes locais, apresentam variação em quanto a qualidade fisiológica das mesmas, as variáveis de germinação por envelhecimento acelerado, comprimento de parte aérea e velocidade de emergência podem auxiliar na diferenciação de lotes com germinação similar. Independente da cultivar e local de produção de sementes, existe uma tendência de atributos bioquímicos influenciar positivamente na qualidade fisiológica das sementes.

6 Referências

- ALBRECHT, L.P., BARBOSA, A.P., SILVA, A.F.M., MENDES, M.A., MARASCHI-SILVA, L.M.; ALBRECHT, A.J.P. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 585-590, 2011a.
- ALBRECHT, L.P.; ALONSO, D.G.; ALBRECHT, A.J.P.; OLIVEIRA JR., R.S.; BRACCINI, A.L.; CONSTANTIN, J. Glyphosate e associações em pós-emergência no desempenho agrônômico e na qualidade das sementes de soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 139-146, 2012.
- ALBRECHT, L. P.; ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R. S.; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT A. Jr. P. Qualidade fisiológica das sementes de soja rr em resposta ao uso de diferentes tratamentos contendo glyphosate em aplicação sequencial. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 211-220, 2011b.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINIA, L.; SCAPIMC, A; AGUIARC, G.; ÁVILA, M. R.; STÜLP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, v.9, n.4, p.445-454, 2008.
- ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R. Manejo de glyphosate em soja rr e a qualidade das sementes. **Informativo Abrates**, v. 20, n. 1, p.045 - 054, 2010.
- ANDRADE, W.E.B.; SOUZA-FILHO, B.F.; FERNANDES, G.M.B.; SANTOS, J.G.C. Avaliação da produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas a adubação NPK. In: COMUNICADO TÉCNICO. Niteroi: PESAGRO-RIO, n.248, p. 5, 1999.
- ANVISA. Formulações de glifosatos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/G01%2B%2BGlifosato.pdf/6a549ab8-990c-4c6b-b421-699e8f4b9ab4>. Acessado em: 11/dez/2018
- AREND, G. D., GUARIENTI, E. M., GUTKOSKI, L. C. Avaliação de germinação pré colheita em trigo. In Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DE ALIMENTOS PARA A REGIÃO SUL, 2013, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: UPF, 2013. Engenharia de alimentos, trabalho E012.
- ARTUZI J. P.; CONTIERO R. L. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n.7, p.1119-1123, 2006.
- AUMONDE T. Z.; PEDÓ T.; MARTINAZZO E. G.; BORELLA J.; VILLELA F. A. Expressão isoenzimática de sementes e plântulas de arroz-vermelho sob ação do extrato de duas espécies Araceae. Revista **Ciencias Agrarias**, v. 56, n. 3, p. 283-286. 2013.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p.62-70, 2005

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MANDARINO, J. M. G.; ALBRECHT, L. P.; VIDIGAL FILHO, P. S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.

BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P.; GIROTTO, E. Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante ao glyphosate. **Ciência Rural**, v.41, n.10, 2011.

BERGAMIN, A.C.; VENTUROSU, L.R.; SOUZA, F.R.; VITORINO, A.C.T. Manejo convencional do solo e semeadura direta com diferentes intervalos de dessecação do milho sobre o desenvolvimento inicial da soja. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 137-146, 2013.

BERNI, P. R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Efeito da germinação e da sanitização sobre a composição centesimal, teor de fibras alimentares, fitato, taninos e disponibilidade de minerais em trigo. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 22, n. 3, p. 407-420, 2011.

BERVALD, C. M. P.; MENDES, C. R.; TIMM, F. C.; MORAES, D. M.; BARROS, A. S. A.; PESKE S. T. Desempenho fisiológico de sementes de soja de cultivares convencional e transgênica submetidas ao glifosato. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, n. 2 p. 9-18, 2010.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.

BÖHM, G. M. B.; ROMBALDI, C. V. Transformação genética e aplicação de glifosato na microbiota do solo, fixação biológica de nitrogênio, qualidade e segurança de grãos de soja geneticamente modificada. **Ciência Rural**, v.40, n.1, 2010.

BOSCHINI, A. P. M.; DA SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. S.; OLIVEIRA JR M. P.; MIRANDA M. Z.; FAGIOLI M. Aspectos quantitativos e qualitativos do grão de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.450–457, 2011.

BRACCINI, A. L.; MOTTA I. S.; SCAPIM, C. A., BRACCINI; M. C. L.; ÁVILA, M. R.; MESCHÉDE, D. K. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 81-92, 2004.

BRANDÃO-JUNIOR, D.S.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C. Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.114-121, 1999.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DA REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 399p. 2009.

BRASIL. **Diário Oficial da União**. Padrões para comercialização de sementes triticales. Brasília, DF, 20/12/2005, nº 243, Seção 1,

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; OGOSHI, F. G. A.; BOTREL, É. P. H. P.; ALCANTARA, J. P. S. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill em cultivo de verão no sul de minas gerais. **Ciência agrotecnológica**, v. 34, n. 4, p. 892-899, 2010.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, p. 5-90, 2012.

CASTRO, Douglas Goulart. **Desempenho agrônomo, qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de soja sob diferentes doses de glifosato**. 2016. 95f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – Programa de Pós-graduação de Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

CAVALCANTE, R. T.; FERNANDES, N. A.; PEREIRA, A. A.; SOUZA, S. T.; Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glifosato. **Revista de biologia e ciências da terra**, v.10, n. 1, 2010.

CAVALIERI, S.D.; VELINI, E.D.; SILVA, F.M.L.; SÃO JOSÉ, A.R.; ANDRADE, G.J.M. Acúmulo de nutrientes e matéria seca na parte aérea de dois cultivares de soja rr sob efeito de formulações de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 349-358, 2012.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; REIS, M. R.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L; Chagas L. F. B. Nodulation and mycorrhization of transgenic soybean after glyphosate application. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3675-3682, 2013.

CHAVAN, J. K.; KADAM, S. S. Nutritional improvement of cereals by sprouting. Critical Reviews in: **Food Science and Technology**, v. 28, n. 5, p. 401-437, 1989.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Documento online. Disponível em:<
<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard>>
 Acesso em: 17 de dezembro de 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Documento online. Disponível em:<
<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard>>
 Acesso em: 11 de novembro de 2018.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J.C. Seletividade de diferentes herbicidas à base de glyphosate a sojaRR. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 375-379, 2007.

CORTE, V. B.; Borges, E. E. D. L.; Leite, H. G.; Pereira, B. L. C.; Gonçalves, J. F. D. C. Enzymatic study of the deterioration of Melanoxylon brauna seeds aged naturally and artificially. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 83-91, 2010.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; CABRAL, N.T.; MENDES, M.C. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.107-112, 1995.

COUTINHO, W, M.; SILVA-MANN, R.; VIEIRA, M G, G, C.; MACHADO, C, F.; Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.6, p.458-464, 2007.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, v.11, n.1, p.33-42, 2010.

DA SILVA, C. S; SARMENTO, M. B. Translocação de fotoassimilados para sementes. **Temas especiais em ciência e tecnologia de sementes**, p. 87, 2008

DALLMANN, C. M.; SCHENEIDER L.; BOHM G. M. B.; KUHN C. R. Impacto da Aplicação de Glifosato na Microbiota do Solo Cultivado com Soja Geneticamente Modificada. **Revista Thema**, v.7, n. 1, 2010.

DELIBERALI, J.; OLIVEIRA, M.; DURIGON, A.; DIAS, A. R. G.; GUTKOSKI, L. C.; MOACIR, C. E. Efeitos de processo de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de trigo. **Ciência agrotecnológica**, v. 34, n. 5, p. 1285-1292, 2010.

DEUNER, C.; ALMEIDA, A, S.; BORGES, C, T.; JAUER, A.; TROYJACK, C.; MENEGHELLO, G, H. Expressão de isoenzimas em plântulas de feijão oriundas de sementes tratadas com bioativador. **Tecnologia & Ciência agropecuária**, v. 10, n. 2, p. 69-73, 2016.

DVORANEN, E.C., OLIVEIRA JR., R.S., CONSTANTIN, J. CAVALIERI, S.D.; BLAINSKI, E. Nodulação e crescimento de variedades de soja rr sob aplicação de glyphosate, fluazifop-p-butyl e fomesafen. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 619-625, 2008.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of american society of horticultural science**, v.71, n.2, p.428-434, 1958.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLI, D.; SIMON J.; DOURADO NETO D.; VAN LIER, Q. J.; SANTOS O. S.; MÜLLER L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja – revisão. **Revista da FZVA**, v.14, n.1, p. 89-106. 2007.

FAVARATO L. F.; ROCHA V. S.; ESPINDULA M. C.; SOUZA M. A.; Paula G. S. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Bragantia**, v. 71, n. 1, 2011.

FIGUEIREDO, Leila Aparecida. **Nutrição nitrogenada (¹⁵N) em soja convencional e transgênica sob aplicação do herbicida glifosato**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura e no ambiente) – Universidade de São Paulo, São Paulo/Piracicaba, 2009.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING A. A.; PÁDUA G. P. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, v. 20, n. 3, 2010.

FERH, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD D.T.; PENNINGTON J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, V. 11, p:929-931, 1971.

FRANCESCHI, L.; GUARIENTI, G. B. E.; MARCHIORO, V. S.; MARTIN, T. N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1624-1631, 2009.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 7, n. 12; 2011.

GONÇALVES, Clebson Gomes. **Formulações e mistura de glyphosate sobre endossimbioses e o desempenho agrônômico da soja roundup ready®**. 2014. 48 f. Dissertação. (Mestrado em Produção vegetal) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2014.

GRIS, C. F.; VON PINHO, E. V. R.; CARVALHOM. L. M., RAFAEL PARREIRA DINIZ, THAÍS DE ANDRADE. Lignificação da planta e qualidade de sementes de soja RR pulverizadas com herbicida glifosato. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 286-292, 2013.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo Compactação do solo na cultura do feijoeiro. II: efeito sobre o na cultura do feijoeiro.

II: efeito sobre o desenvolvimento radicular e da parte aérea. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.213-218, 2002.

GUIMARÃES, V.F.; HOLLMANN, M.J.; FIOREZE, S.L.; ECHER, M.M.; RODRIGUES-COSTA, A.C.P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.

GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B; COLUSSI, R.; SANTETI T. A. S. Efeito da adubação nitrogenada nas características tecnológicas de trigo. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.17, n.1-4, p.116-122, 2011.

HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v.79, p.2079-2086, 1999.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JR E. A.; RONEI D. M; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v. 69, n. 3, pp. 727-733, 2010.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p.92-97, 2004.

IKEDA, F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. Defesa vegetal e sustentabilidade do agronegócio. **Informe Agropecuário**, v.34, n.276, p.0-00, 2013.

JACQUES, R. J. S.; PROCÓPIOS, O.; SANTOS, J. B.; KASUYAM, C. M.; SILVA A. A. Sensibilidade de estirpes de *Bradyrhizobium* ao glyphosate. **Revista Ceres**, v. 57, n.1, p. 028-033, 2010.

JUNIOR, F. M.; LUZ, D. F. Influência do revestimento de sementes e tratamento com inseticida no desenvolvimento e características nutricionais da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. **Revista Agrarian**. v.4, n.13, p.213-221, 2011.

KAPPES C., CARVALHO M. A. C., YAMASHITA O. M. Potencial fisiológico de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agraria**, v. 10, p. 1 – 6, 2009.

KOCH, Felipe. **Crescimento, composição química e desempenho fisiológico de sementes de trigo submetido a regulador de crescimento**. 2015. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

KOLCHINSKI E. M.; SCHUCH L. O. B.; PESKE S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Seeds vigor and intraspecific competition in soybean. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1248- 256, 2005.

KRZYZANOSWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, v.11, n.3, p.81-84, 2001.

KRZYZANOWSKI, F. C; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING A. A.; COSTA N. P. A. A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades: série sementes. **Embrapa Soja-Circular Técnica 55** (INFOTECA-E), 2008.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. O controle de qualidade agregando valor à semente de soja – Série Sementes. **Embrapa Soja. Circular Técnica, 54**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12p.

KUSANO, M.; FUKUSHIMA, A.; REDESTIG, H.; SAITO, K. Metabolomic approaches toward understanding nitrogen metabolism in plantas. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 4, p. 1439- 1453, 2011.

LANTMANN, A.F.; CASTRO, C.; WIETHOLTER, S. O potássio na cultura do trigo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed) Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 723-742.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro, **Documentos 319. Embrapa**. 2009.

LIMA M. G. S., LOPES N. F., MORAES D. M., ABREU C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 1, p.54-61, 2005.

LOPES, J. C.; MARTINS-FILHO, S.; TAGLIAFERRI, C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista brasileira de sementes**, v. 24, n. 1, p. 51-58, 2002.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; FILHO, O. A. L.; ZABOT, L.; UHRY, D.; LISBOA, J. I.; JAUER, A. Características morfológicas de cultivares de soja convencionais e Roundup Ready™ em função da época e densidade de semeadura. **Ciência rural**. v. 40, n. 4, p. 759-767, 2010.

MACHADO, C.; MÜHL, F. R.; FELDMANN, N. A.; BALBINOT, M.; RHORDEN, A. C. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. **Revista Ciências agroveterinárias e alimentos**. n. 2, 2017.

MALONE, G. et al. Expressão diferencial de isoenzimas durante o processo de germinação de sementes de arroz em grandes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 61-67, 2007.

MALTY J. S., SIQUEIRA J. O.; MOREIRA F. M. S. Efeitos do glifosato sobre microrganismos simbióticos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 2, p.285-291, 2006.

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

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

MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R.; ESPINOSA, W. R. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, p. 322-333, 2010.

MELO S. R.; ZILLI J. É. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.44, n.9, p.1177-1183, 2009.

MEROTTO JR, A.; WAGNER, J.; MENEGUZZI, C. Efeitos do herbicida glifosato e da aplicação foliar de micronutrientes em soja transgênica. **BioscienceJournal**, v. 31, n. 2, p. 499-508, 2015.

MERTZ, L. M.; F. A. HENNING; SOARES R. C.; BALDIGA R. F.; PESKE F. B.; DE MORAES D. M. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 262-270, 2009

MOTTA, I. S., BRACCINI, A. L., SCAPIM, C. A., GONÇALVES, A. C. A.; BRACCINI, M. C. L. Características agrônômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p.153-162, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.

NEPOMUCENO, M.P.; VARELA, R.M.; ALVES, P.L.C.A; MARTINS, J.V.F. Períodos de dessecação de urochloa ruziziensis e seu reflexo na produtividade da soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 557-565, 2012.

NÖRNBERG, S.D.; GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P.; JÚNIOR, G.J.E.; LIMA, C.A.B.; GRÜTZMACHER, D.D. Seletividade de formulações de glyphosate aplicado nos estádios imaturos de *Trichogramma pretiosum*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 611-617, 2008.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista científica internacional**. n. 4. 2009.

OLIVEIRA JR., R.S.; DVORANEN, E.C.; CONSTANTIN, J.; CAVALIERI, S.D.; FRANCHINI, L.H.M.; RIOS, F.A.; BLAINSKI, E. Influência do glyphosate sobre a nodulação e o crescimento de cultivares de soja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 831-843, 2008.

ORMOND, A. T. S.; NUNES, J. A. S.; CANEPPELE, C.; DA SILVA, L. S. S., PEREIRA, M. T. J. Análise das características físicas de sementes de trigo. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.9, n.17; p. 108. 2013.

ORTOLAN, F.; HECKTHEUER, L. H.; ZAVARIZ M. M.. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4 C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2010.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 9-16, 2010.

PEDROSO, D. C.; TUNES, L. M.; BARBIERI, A. P.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B.; MENEZES, V. O. Envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, p. 2389-2392, 2010.

PEREIRA, E. S.; VELINI, E. D.; CARVALHO, L. R.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Avaliações qualitativas e quantitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, 2000.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGUELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**, 3ed, 573p. 2012.

PIETRO-SOUZA, W.; BONFIM-SILVA, E. M.; SCHLICHTING A. F.; SILVA M. de C. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 6, 2013.

PINTO, C. C.; OLIVEIRA, C. O.; AMÉRICO, G. H. P.; VAZQUEZ, G. H.; LAZARINIE. Efeito da dose e da época de aplicação do glifosato na produção e na qualidade da soja RR. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39 n. 2, p. 310-317. 2016.

POMMERESCHE, R.; HANSEN, S. Examinando la actividad de los nódulos en raíces de leguminosas. FertilCrop Documento técnico, 2017. Disponível em: www.fertilcrop.net. acessado em: 26/01/2018.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. **Brasília: Agiplan**, v. 2, 1985.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, E. A. P.; PANOFF B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, 2012.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja roundupready. **Planta Daninha**, v.25, n. 2, p. 365-373, 2007.

REDDY, N. K.; ZABLOTOWICZ, R. M. Glyphosate resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. **Weed Science**, v. 51, n. 4, p. 496 - 502, 2003.

- REDDY, K. N. Glyphosate-resistant soybean as a weed management tool: opportunities and challenges. **Weed Biology and management**, v. 1, p. 193 – 202, 2001.
- REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O.; NANDULA, V. K. Aminomethylphosphonic acid accumulation in plant species treated with glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 2.125-2.130, 2008.
- REIS, M. R.; SILVA, A. A.; PEREIRA, J. L.; FREITAS, M. A. M.; COSTA, M. D.; SILVA, M. C. S.; SANTOS, E. A.; FRANÇA, A. C.; FERREIRA, G. L. Impacto do glyphosate associado com endossulfan e tebuconazole sobre microrganismos endossimbiontes da soja. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 113-121, 2010.
- REIST, C.; NEVES, F., ANDRADE, P., SANTOS, S. Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glifosato. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 1, p. 34-43, 2010.
- RIGON, J. P. G.; CAPUANI, S.; BRITO NETO, J. F.; DA ROSA, G. M.; WASTOWSKI A. D.; RIGON C. A. G. Dissimilaridade genética e análise de trilha de cultivares de soja avaliada por meio de descritores quantitativos. **Revista Ceres**, v. 59, n.2, p. 233-240, 2012.
- SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n.1, p.110-119, 2004.
- SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; CAPONE, A.; MELO, A. V.; CELLA, A. J. S.; SANTOS, W. R. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, pp. 247-254, 2012.
- SANTOS, H. P., LHAMBY, J. C. B. Influência de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos de soja cultivada em sistemas de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.1-6, 2001.
- SANTOS, H. P.; REIS E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA), segunda edição Passo fundo, 2003.
- SANTOS, J.B.; FERREIRA, E.A.; OLIVEIRA, J.A.; SILVA, A.A.; FIALHO, C.M.T. Efeito de formulações na absorção e translocação do glyphosate em soja transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 381-388, 2007b.
- SANTOS, J.B.; FERREIRA, E.A.; REIS, M.R., SILVA, A.A.; FIALHO, C.M.T.; FREITAS, M.A.M. Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja roundup ready. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 165-171, 2007a.
- SANTOS, Leandro Santos. Perfil protéico qualidade de panificação em linhagens de trigo desenvolvidas para a região do cerrado Brasileiro. 2008. 80 f. **Dissertação**

(Mestrado em ciências). Programa de pós-Graduação em ciência e tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

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

SCANDALIOS, J. G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. **Biochemical Genetics**, New York, v. 3, n.1, p.37-39, 1969.

SHEHAB, G. G.; AHMED, O. K.; EL-BELTAGI, H. S. Effects of Various Chemical gents for Alleviation of Drought stress in rice plants (*Oryza sativa*L.). **Notulae otanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 38, n.1, p.139-148, 2010.

SILVA, A.F.; FERREIRA, E.A., CONCENÇO, G., FERREIRA, F.A., ASPIAZU, I., GALON, L., SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

SILVA G. M.; MAIA M. S.; MORAES C. O. C. Influência do peso da semente sobre a germinação e o vigor de cevadilha vacariana (*Bromus auleticus* Trinius). **Revista Brasileira Agrociência**, v.13, n.1, p.123-126, 2007.

SILVA, R. N., DUARTE, G. L., LOPES, N. F., MORAES, D. M., PEREIRA, A. A. Composição química de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) submetidas a estresse salino na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p.215-220, 2008.

SILVEIRA, J. M. F. J.; BORGES, I. C.; BUAINAIN, A. M. Biotecnologia e agricultura da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. **São Paulo em perspectiva**, v. 19, n. 2, p.101-114, 2005.

SINCLAIR, T. R. & WIT, C.T. Photosynthate and nitrogen requirements of seed production by various crops. **Science**, 189: 565-567, 1975.

SMANHOTTO, A., NÓBREGA, L. H. P., OPAZO, M. A. U.; PRIOR, M. Características físicas e fisiológicas na qualidade industrial de cultivares e linhagens de trigo e triticale. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.867-872, 2006.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.446–453, 2014.

SNIFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carboydrate and protein for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOTÉRIO, P.W.; PEDROLLO, M.C.; ANDRIOTTI, J.L. Mapa de isoietas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul. 2 ed. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS**, 222 p, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4th ed. Washington, DC: Sinauer Associates Inc., 2006. 705 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TEODORO A. L., OLIVEIRA M. V. M., LONGO M. L., JUNIOR J. R., VARGAS TUNES, L. V. M.; FONSECA, D. Â. R.; MENEGHELLO, G. E.; REIS, B. B.; BRASIL V. D.; RUFINO, C. A.; VILELLA, F. A. Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com silício. **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 675-685, 2014.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glyphosate. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 1, p. 134-142, 2012.

TUNES L. V. M, FONSECA D. Â. R., MENEGHELLO G. E., REIS B. B., BRASIL V. D., RUFINO C. A., VILELLA F. A. Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com silício. **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 675-685, 2014.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; MENEGHELLO, G. E.; CASTRO S.; SOUZA, M. A.; BARROS, A. C. A.; BADINELLI, P. G.; MUNIZ, M. F. B. Perfil enzimático em sementes de cevada em resposta a diferentes concentrações salinas. **Interciência**, v. 35, n. 5, pp. 369-373, 2010

VEIGA, A. D.; VON PINHO É. V. R.; VEIGA A. D.; PEREIRA P. H. A. R.; OLIVEIRA K. C.; VON PINHOR. G. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 953-960, 2010.

VILLALBA, A. "Resistencia a herbicidas. Glifosato". **Ciencia, Docencia y Tecnología**, v. 20, n. 39, 2009, p. 169-186, 2009

VILLELA, A. B.; ALMEIDA, A. S.; CASTELLANOS, C. I. S.; DEUNER, C.; SOARES, V. N.; CAMARGO, T. O.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A.; TUNES L. M., ZIMMER, P. D. Isoenzyme Expression in Bean Seed Germination Treated with Thiamethoxam with and without Drought Stress. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 3157-3163. 2015

WIETHOLTER, S. Fósforo no solo e a cultura do trigo. In: YAMADA, T; ABDALLA, S.R.S. (Ed). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da potassa e do fosfato; Instituto internacional da potassa, Piracicaba, 2004. p. 726.

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. **Crop Protection**, v. 26, n. 3, p. 370-376, 2007.

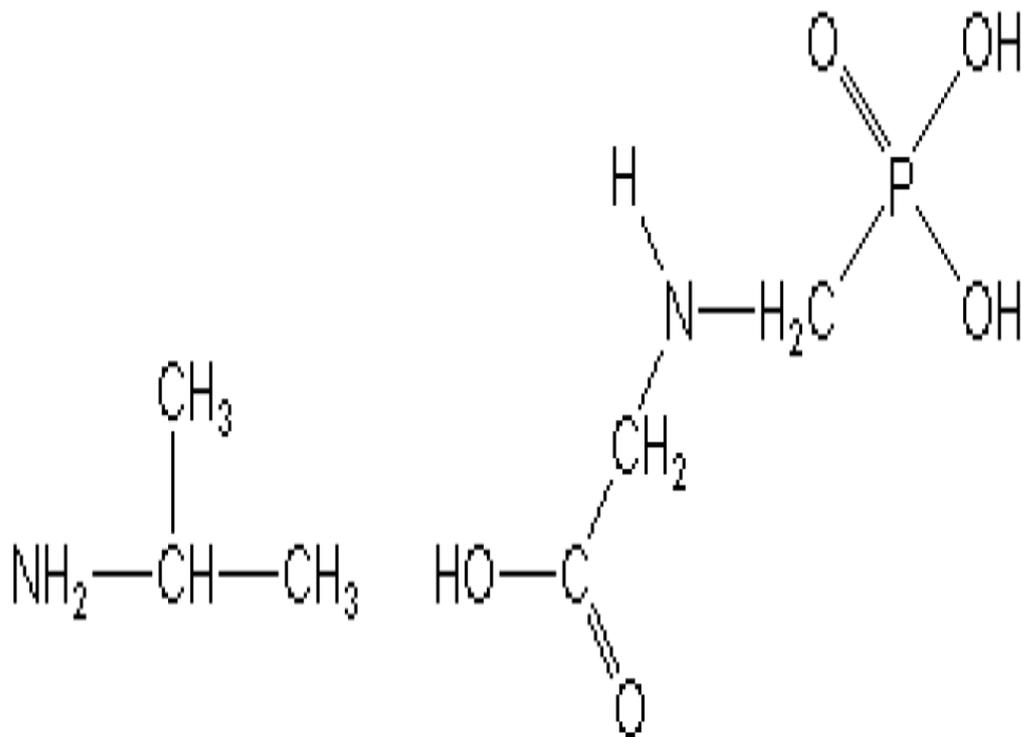
ZADINELLO R., CHAVES M. M., SANTOS R. F., WERNCKE D. B. I.. Influência da aplicação de Glifosato na produtividade da soja. **Acta Iguazu**, v.1, n.4, p. 1-8, 2012.

ZIEGLER, P. Carbohydrate degradation during germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: MarcelDekker, 1995. p.447-474.

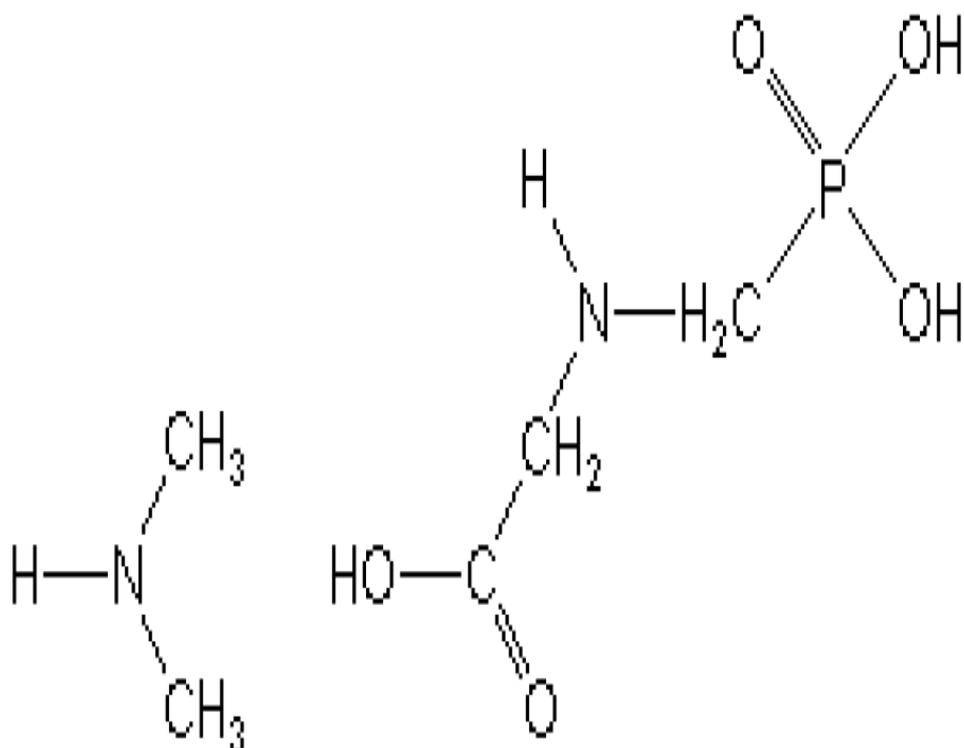
ZILLI, J. É.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Inoculação de Bradyrhizobium em soja por pulverização em cobertura. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 4, p. 541-544, 2008.

ANEXOS

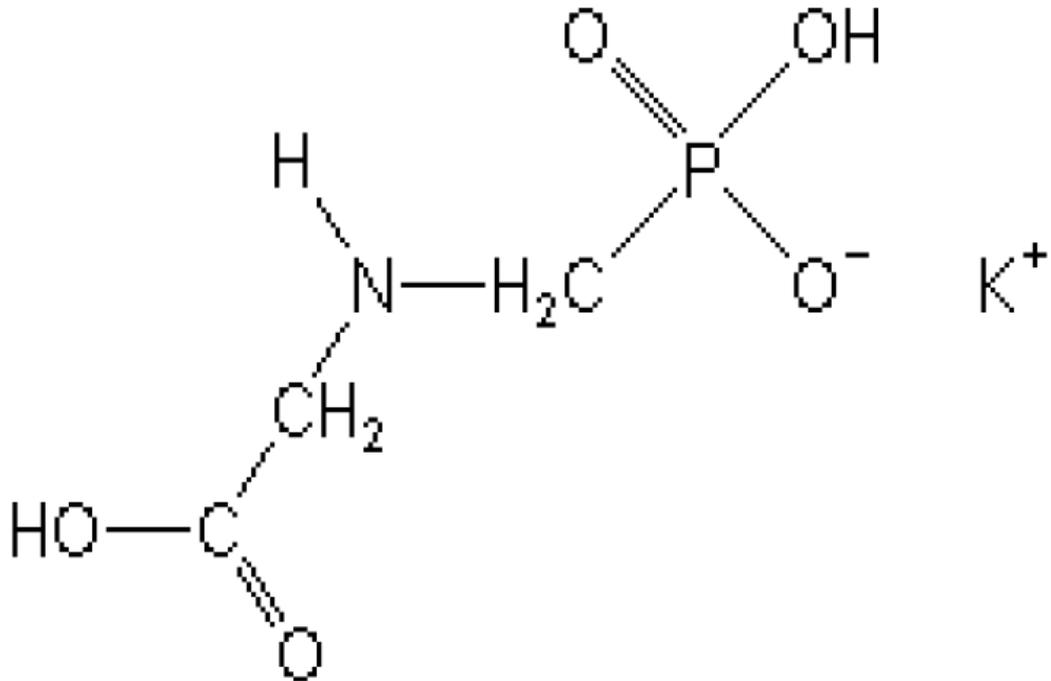
Anexo A -Fórmula estrutural da molécula de Glifosato de Sal de isopropilamina



ANEXO B - Fórmula estrutural da molécula de Sal de dimetil amina



Anexo C - Fórmula estrutural da molécula de Sal de Potássio



Anexo D - Fórmula estrutural da molécula de Sal de Amônio

