

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

NORMA SCHLICKMANN LAZARETTI

**CAUSAS E REFLEXOS DO ENTRELAÇAMENTO DAS FOLHAS PRIMÁRIAS EM
PLÂNTULAS DE SOJA**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2020**

**CAUSAS E REFLEXOS DO ENTRELAÇAMENTO DAS FOLHAS PRIMÁRIAS EM
PLÂNTULAS DE SOJA**

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

Orientador: Dr. Antonio Carlos Torres da Costa.

Coorientador: Dr. José Barbosa Duarte Júnior.

Coorientadora: Dra. Maria de Fátima Zorato.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Lazaretti, Norma Schlickmann

Causas e reflexos do entrelaçamento das folhas primárias em plântulas de soja / Norma Schlickmann Lazaretti; orientador(a), Antonio Carlos Torres da Costa; coorientador(a), José Barbosa Duarte Júnior, coorientador(a)II, Maria de Fátima Zorato, 2020.

51 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Agronomia Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.

1. Glycine max. 2. Encharcamento. 3. Dessecação. 4. Plúmula. I. Costa, Antonio Carlos Torres da. II. Duarte Júnior, José Barbosa . III. Zorato, Maria de Fátima . IV. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78880337/0003-46

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

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

Marechal Cândido Rondon - PR.



NORMA SCHLICKMANN LAZARETTI

Causas e Reflexos do Entrelaçamento das Folhas Primárias em Plântulas de Soja

Dissertação apresentada à distância, de forma síncrona e por videoconferência, conforme Resolução nº 052/2020 - CEPE, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientador - Antonio Carlos Torres da Costa

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

Daniele Guarienti Rorato

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

Cristina Fernanda Schneider

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR-Toledo)

Neumarco Vilanova da Costa
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 25 de agosto de 2020

Ao meu filho João Lazaro Lazaretti e ao meu esposo Edelar Lazaretti

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela bênção, força e coragem para enfrentar os obstáculos da vida.

Agradeço ao meu pai Isidoro Boeger Schlickmann, minha mãe Eliza Mattei Schlickmann, minhas irmãs Olívia, Olézia e Otília, meus irmãos João, Salézio, Celito, Jaime, Jair e demais familiares que são tudo de mais precioso que tenho, e que além de todo amor, compreensão, companhia, e incentivo, me apoiaram e nunca mediram esforços para me auxiliar, em especial o João e o Celito. Meu amor por vocês é incondicional e imensurável.

Em memória, aos meus sogros João Lazaretti e Domingas Alievi Lazaretti agradeço pelo apoio incondicional em vida. Gratidão eterna.

Ao meu orientador Professor Dr. Antonio Carlos Torres da Costa meu agradecimento especial, pela excelente orientação no mestrado, pela confiança, incentivo, ensinamentos e paciência. Sempre será meu exemplo.

Ao Professor Dr. José Barbosa Duarte Júnior e a Dra. Maria de Fátima Zorato pela excelente orientação, ajuda e encorajamento em enfrentar as dificuldades.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da Unioeste pela oportunidade de realizar o curso, ao Dr. Neumárcio Vila Nova da Costa, coordenador do Programa, a todos os professores do PPGA e à Leila Dirlene Allievi Werlang por sempre auxiliar com gentileza, simpatia e agilidade.

A I. Riedi, Engenheiro Agrônomo Tarcísio Antônio Hendges, a Coprossel na pessoa da Engenheira Agrônoma Patrícia Krupa, APASEM e Coasul representada pela da Engenheira Agrônoma Saionara Tesser, à Copercampos, representado pela Bióloga Vanessa Pezzini Scalon, à Ruraltek representada pela Engenheira Agrônoma Raimunda Silva, pelo fornecimento das sementes utilizadas nos experimentos.

Ao Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, Vigorteste Laboratório de Análise de Sementes, Laboratório Microbioma Soluções em Biotecnologia pela disponibilização da estrutura para a realização dos experimentos.

A todos que de alguma forma participaram da realização deste estudo. Muito obrigada!

“Responsáveis por mudar a história do homem, as sementes são estruturas biológicas complexas e fascinantes, que guardam em si a história de milhares de anos de evolução, seleção e melhoramento em alguns casos”

Julio Marcos Filho

RESUMO

LAZARETTI, Norma Schlickmann, Magister Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Agosto – 2020. **Causas e Reflexos do Entrelaçamento das Folhas Primárias em Plântulas de Soja.** Orientador: Dr. Antônio Carlos Torres da Costa. Coorientadores: Dr. José Barbosa Duarte Júnior e Dra. Maria de Fátima Zorato.

Resumo: Objetivando investigar quais as causas e reflexos do entrelaçamento das folhas primárias (plúmulas) em plântulas de soja, foi realizado este estudo. Foram testados o teor de água do substrato, se ocorre a reincidência das folhas entrelaçadas nas sementes produzidas na safra subsequente e a influência de diferentes herbicidas e dentre eles a auxina sintética, utilizados na dessecação da soja. Quatro experimentos foram conduzidos nos municípios de Realeza e Cascavel, no Estado do Paraná, utilizando sementes de duas cultivares de soja, sendo elas a 55I57RSF IPRO (Zeus) e a 58I60RSF IPRO (Lança), produzidas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e no Paraná. O experimento I foi realizado em Laboratório de Análise de Sementes, com as duas cultivares que apresentaram previamente as plântulas com e sem o entrelaçamento das folhas primárias, sendo utilizados diferentes teores de água no substrato para a condução do teste de germinação. O experimento II foi conduzido a campo e posteriormente foi realizada a dessecação das duas cultivares, com os herbicidas paraquat, dicloreto de paraquat e 2,4-D dimetilamina na dosagem recomendada pelo fabricante e o dobro da dose, e a testemunha. O experimento III foi realizado em vaso, utilizando os mesmos tratamentos do experimento I. O experimento IV foi realizado a campo com sementes da cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) e ainda utilizadas sementes de outras origens que também apresentaram nas análises as folhas primárias entrelaçadas. Nas condições que foram realizados os experimentos conclui-se que: o teor de água utilizado para umedecer o substrato para a condução dos testes causa folha primária entrelaçada em plântulas de soja. Plântulas com primeiro primórdio foliar entrelaçado quando atingem a fase adulta, apresentam redução da produtividade. Nas sementes da geração seguinte não ocorre o entrelaçamento das folhas primárias. A utilização do 2,4-D dimetilamina na dosagem de 3,0 L ha⁻¹ acarreta danos irreparáveis ao potencial fisiológico das sementes, causa o engrossamento do hipocótilo e atrofiamento geral do sistema radicular e da parte aérea das plântulas, no entanto não apresenta relação com o entrelaçamento das folhas primárias.

Palavras-chave: *Glycine max.* Encharcamento. Dessecação. Herbicidas. Plúmulas.

ABSTRACT

LAZARETTI, Norma Schlickmann, Magister Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Agosto – 2020. **Causes and Reflexes of the Interlacing of Primary Leaves in Soy Seedlings.** Advisor: Dr. Antônio Carlos Torres da Costa. Co-Advisors: Dr. José Barbosa Duarte Júnior e Dra. Maria de Fátima Zorato.

Abstract: In order to investigate the causes and reflexes of the interlacing of primary leaves (seedlings) in soybean seedlings, this study was carried out. The water content of the substrate was tested, if there is a recurrence of interlaced leaves in the seeds produced in the subsequent harvest and the influence of different herbicides and among them the synthetic auxin, used in the desiccation of soybeans. Four experiments were conducted in the municipalities of Realeza and Cascavel, in the State of Paraná, using seeds from two soybean cultivars, the 55I57RSF IPRO (Zeus) and the 58I60RSF IPRO (Lança), produced in Rio Grande do Sul, Santa Catarina and in Paraná. Experiment I was carried out in a Seed Analysis Laboratory, with the two cultivars that previously presented the seedlings with and without the interlacing of the primary leaves, using different levels of water in the substrate to conduct the germination test. Experiment II was conducted in the field and the two cultivars were subsequently desiccated with the herbicides paraquat, paraquat dichloride and 2,4-D dimethylamine in the dosage recommended by the manufacturer and twice the dose, and the control. Experiment III was carried out in a pot, using the same treatments as in experiment I. Experiment IV was carried out in the field with seeds of cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) and seeds from other sources were also used, which also presented the interlaced primary leaves in the analyzes. In the conditions that were carried out, the experiments concluded that: the water content used to moisten the substrate for conducting the tests causes primary leaf interlaced in soybean seedlings. Seedlings with first leaf interlaced when they reach adulthood, show reduced productivity. In the seeds of the next generation there is no interlacing of the primary leaves. The use of 2,4-D dimethylamine in the dosage of 3.0 L ha⁻¹ causes irreparable damage to the physiological potential of the seeds, causes the thickening of the hypocotyl and general atrophy of the root system and the aerial part of the seedlings, however it does not present relationship with the interlacing of primary leaves.

Keywords: *Glycine max.* Waterlogging. Desiccation. Herbicides. Plumules.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo Geral	2
1.1.2	Objetivos Específicos	2
1.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.2.1	Soja.....	3
1.2.2	Potencial Fisiológico das Sementes	4
1.2.2.1	Análise de Germinação	6
1.2.2.2	Análise de Vigor.....	7
1.2.3	Hormônios Vegetais	8
1.2.3.1	Auxina	8
1.2.3.2	Etileno	10
1.2.4	Fatores Abióticos.....	13
1.2.5	Água	13
2	CAPÍTULO 1: TEOR DE ÁGUA DO SUBSTRATO E O ENTRELAÇAMENTO DAS FOLHAS PRIMÁRIAS EM PLÂNTULAS DE SOJA.....	15
2.1	INTRODUÇÃO.....	16
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
2.4	CONCLUSÕES.....	21
3	CAPÍTULO 2: MORFOFISIOLOGIA DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES PRINCÍPIOS ATIVOS E DOSAGENS NA DESSECAÇÃO....	22
3.1	INTRODUÇÃO.....	22
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.4	CONCLUSÕES.....	29
4	CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DE SOJA COM E SEM AS FOLHAS PRIMÁRIAS ENTRELAÇADAS.....	30
4.1	INTRODUÇÃO.....	30
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.4	CONCLUSÕES.....	38

5	CAPÍTULO 4: RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E REPETITIBILIDADE DE PLÂNTULAS COM AS FOLHAS PRIMÁRIAS ENTRELAÇADAS.....	39
5.1	INTRODUÇÃO.....	39
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	41
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.4	CONCLUSÕES.....	45
6	CONCLUSÕES GERAIS	46
7	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO GERAL

Atividades relacionadas ao agronegócio apresentam grande importância na economia brasileira, com destaque para a soja (*Glycine max* L. Merrill), cultura em constante expansão de áreas de plantio, produtividade e comercialização do produto (EMBRAPA, 2013). Para manter este cenário é fundamental atender para diversos fatores, dentre eles a semente, insumo básico para implantação das culturas.

Marcos Filho (2015) ressaltou que a semente, para ser de alta qualidade deve possuir características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias, além do vigor, que lhes conferem uma elevada performance agrônômica, sinônimo de cultura bem instalada e sucedida, culminando com elevados níveis de produtividade. Conforme o autor, os quatro componentes da qualidade de sementes possuem importância equivalente, mas o potencial fisiológico fornece informações sobre a germinação e vigor, por meio do qual é possível identificar lotes de sementes que possuem maior probabilidade de apresentar desempenho desejado durante o armazenamento e em campo. Para a avaliação correta da qualidade fisiológica em sementes de soja, é indispensável ter conhecimento de todas as estruturas essenciais da semente e observar os tipos de plântulas que se desenvolvem, pois esta é uma etapa primordial na formação de nova planta.

As características fenotípicas da semente, da plântula e da planta, são determinadas geneticamente, no entanto, sofrem a influência do ambiente de produção, o qual através de seus componentes bióticos e abióticos, pode causar algumas modificações nas estruturas consideradas essenciais das plantas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Dentre elas, na plúmula, mais especificamente nas folhas primárias, pesquisadores da área de tecnologia de sementes tem detectado uma morfologia diferente do habitual, a qual pode ser observada em análises laboratoriais e em teste de emergência em areia ou solo, em cultivares de soja brasileira produzidas em diversas regiões do Brasil. Tal alteração, representada pelo entrelaçamento das folhas primárias, tem sido discutida pelos pesquisadores em eventos e capacitações, entretanto, as causas e efeitos ainda não foram esclarecidos conforme informado pela Dra. Maria de Fátima Zorato (comunicação pessoal)¹. Existe uma luz na literatura, demonstrando que esta “anomalia” pode estar relacionada com balanço hormonal (auxina/etileno) ou com estresse abiótico proporcionado pelo encharcamento do substrato.

Taiz et al. (2017) discutiram que o etileno e a auxina são produzidos no meristema apical, em quantidades ótimas para uso pelas plantas e participam diretamente da expansão e

¹ Comunicação telefônica da Dra. Maria de Fátima Zorato, da MF Zorato Treinamento em Desenvolvimento Profissional e Gestão de Qualidade de Sementes ME, Londrina (PR), para a engenheira agrônoma Norma Schlickmann Lazaretti, mestranda em agronomia (UNIOESTE), em 13/08/2017.

divisão celular. Em condições de anaerobiose das raízes não ocorre a produção de etileno, e o ácido 1-aminociclopropano carboxílico (ACC) produzido no sistema radicular das plantas nesta condição é transportado via xilema, sendo transformado rapidamente em etileno, o qual, em elevadas concentrações inibe a abertura do gancho plumular e expansão celular.

De acordo com Apelbaum; Burg (1972), a utilização de auxinas sintéticas como o Ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), acarretam alterações no crescimento das plantas, pois atuam diretamente na plasticidade da parede celular e na interrupção do fluxo via floema, causando adaptações morfológicas devido a elevada síntese de etileno.

Theisen et al. (2008), em solo típico de terras baixas, avaliaram-se a interferência no metabolismo normal de etileno diminui a perda produtiva causada pelo encharcamento do solo na fase reprodutiva da cultura da soja. Observaram que dentre os poucos sintomas, nas folhas após a aplicação dos tratamentos, ocorreu o encarquilhamento, perda de clorofila ou eventual necrose de tecidos, os quais foram praticamente extinguidos com o desenvolvimento da cultura. Sairam et al. (2008) consideraram que o estresse por encharcamento pode propiciar desordens metabólicas que causam alterações no crescimento e produtividade das plantas.

A plúmula (primórdio foliar ou folhas primárias) está diretamente ligada ao aumento da massa seca das plântulas, comprometendo assim o vigor durante o desenvolvimento inicial (TAIZ et al., 2017). Neste sentido, plântulas com as folhas primárias apresentando o entrelaçamento podem ser mais suscetíveis aos estresses ambientais, pode ainda afetar o desenvolvimento de plântulas no estágio inicial e estar relacionada à transferência de massa seca dos tecidos de reserva, sendo assim, necessária uma análise minuciosa das suas causas e seus reflexos. A hipótese deste trabalho é de que o teor de água de substratos e a utilização de auxinas sintéticas na dessecação, podem estar relacionados com o surgimento da anomalia (entrelaçamento) nas folhas primárias da soja.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a implicação do teor de água do substrato e a utilização de auxina sintética sobre o entrelaçamento das folhas primárias em plântulas de soja e na sua produtividade.

1.1.2 Objetivos Específicos

Examinar a influência de diferentes teores de água no substrato em plântulas de soja com e sem as folhas primárias entrelaçadas.

Checar o modo de ação de diferentes herbicidas para o surgimento de entrelaçamento das folhas primárias da soja.

Verificar o potencial fisiológico de sementes de soja obtidas a partir de plantas que manifestaram folhas primárias normais e entrelaçadas bem como suas respostas em produtividade.

Avaliar a reincidência de plântulas com folhas entrelaçadas em sementes produzidas na safra subsequente.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Soja

Situada entre as principais culturas produzidas no Brasil, a soja (*Glycine max* L. Merrill), tem sido a protagonista no aumento da área, produção e exportação de grãos no país, tornando-se uma importante fonte de divisas para o Brasil (EMBRAPA, 2013). Levantamentos indicam um crescimento da área plantada no último ano estimado em 2,6%, atingindo 35 milhões de hectares. Já a produção para a safra 2019/2020, foi estimada em 120,9 milhões de toneladas, acréscimo de 5,1% em relação a produção obtida na safra passada (CONAB, 2020).

O Brasil é o país que apresenta o maior potencial de expansão da área cultivada, entre os maiores produtores de soja no mundo (Estados Unidos, Brasil e Argentina), podendo multiplicar a sua atual produção e suprir boa parte da esperada demanda adicional pelo grão (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). Devido aos avanços nas pesquisas e tecnologias pode-se observar que essa espécie é amplamente difundida e adaptada em todo país (EMBRAPA, 2013).

Para tanto, as sementes representam tanto a continuidade como a diversidade, são a conexão entre o passado, com o acúmulo de experiência genética, e o futuro, para perpetuar a espécie. Sendo um veículo disseminador, a posição das sementes permanece inalterada, caracterizando-se como peça-chave para a produção agrícola (MARCOS FILHO, 2015).

Ao longo dos tempos, no Brasil busca-se elevar a produção de soja, aumentando a área cultivada e a produtividade. Neste contexto, Wendt et al. (2014) enfatizaram que a utilização de sementes com elevado vigor é importante para os agricultores, visto que está diretamente relacionada à alta produtividade. Bagateli et al. (2019) verificando a influência do vigor das sementes sobre a produtividade da soja, constataram que a cada ponto percentual a mais de vigor, ocorreu um incremento de até 28 kg ha⁻¹ na produtividade de grãos. Scheeren et al. (2010) corroboram que o uso de sementes com alto vigor podem elevar em até 9 % a produtividade de sementes de soja.

Visando o sucesso no cultivo, é de importância relevante o conhecimento da classificação dos estádios de desenvolvimento da soja, proposta por Fehr e Caviness em 1977, entre os diferentes públicos, pois a aplicação de agroquímicos em uma lavoura no estádio não

apropriado pode ter graves consequências econômicas, ecológicas ou sanitárias (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Os estádios fenológicos da cultura são cotiledonar (VC) e estágio vegetativo (VE), que vai da germinação até o período que antecede a floração, e estágio reprodutivo (R), que tem início com a floração até a colheita (NAOE; PELUZIO; SOUZA, 2017). A exigência hídrica da cultura durante o ciclo varia de 450 a 800 mm dependendo de fatores como clima, manejo e variedade. A soja atinge a máxima exigência hídrica nas fases de floração e enchimento dos grãos (7 a 8 mm dia⁻¹). O estresse hídrico nestes períodos pode ocasionar problemas fisiológicos e consequente redução de produtividade (GAVA, 2014).

Sendo uma dicotiledônea, na soja os primórdios das raízes e da parte aérea já estão presentes na semente. O desenrolamento e desenvolvimento destas estruturas durante a germinação e emergência juntamente com o desenvolvimento do meristema apical faz com que as plantas consigam absorver os nutrientes do solo e produzir fotoassimilados para o seu crescimento e desenvolvimento (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

A temperatura, o fotoperíodo, a disponibilidade hídrica são os elementos climáticos que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja. A cultura se adapta melhor em regiões com temperatura entre 20 e 30 °C e é considerada uma espécie de dias curtos. A água atua praticamente em todos os processos fisiológicos e bioquímicos, sendo muito importante nas fases de germinação-emergência e de floração-enchimento (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

As sementes de soja são mais sensíveis às condições ambientais, quando comparadas a outras espécies, devido às suas características morfológicas e químicas (MARCOS FILHO, 2015).

1.2.2 Potencial Fisiológico das Sementes

O potencial fisiológico reúne informações sobre a germinação (viabilidade) e o vigor das sementes. Ele representa a capacidade teórica ou possibilidade de sucesso da semente manifestar suas funções vitais sob condições ambientais favoráveis ou não (MARCOS FILHO, 2015). O autor considera que o conceito de condições subótimas é variável de acordo com a espécie, cultivar e estágio de desenvolvimento da planta, mas geralmente inclui temperatura, disponibilidade de água, características do solo, sanidade e práticas de manejo.

Um dos objetivos do teste de germinação é estimar o valor da semente para a semeadura. Entretanto, a informação sobre o potencial de campo e/ou desempenho no armazenamento de lotes de sementes, nem sempre pode ser identificada pelo teste de

germinação, mesmo que seus resultados sejam elevados. De acordo com Finch-Savage e Bassel (2016), em situações naturais, as sementes são submetidas a uma série de pressões/adversidades, como variações na umidade de solo, radiação e competição, condições desfavoráveis para que a semente expresse seu máximo potencial germinativo.

Deste modo, os testes de vigor passam a ser adjuvantes para identificar as características diferenciadas das sementes para que respondam com melhor desempenho em campo, nas diversas condições.

Um lote de sementes de alto vigor é aquele potencialmente capaz de ter um bom desempenho nas mais variadas condições ambientais a que for submetido. Por outro lado, um lote de sementes de baixo vigor é aquele que apresenta alta germinação e somente mostra bom desempenho em condições próximas a ótima para a espécie (TILLMANN; MENEZES, 2012).

O embrião das dicotiledôneas é constituído por um eixo embrionário e dois cotilédones. Os cotilédones são órgãos de armazenamento de reservas destinadas a fornecer energia para sustentar o crescimento do embrião durante o processo de germinação da semente. Quando exauridos, os cotilédones secam e caem. O eixo embrionário é composto por radícula, hipocótilo ao qual os cotilédones estão aderidos (POPINIGIS, 1985). A plúmula ou gêmula é a minúscula gema vegetativa apical, com os primórdios da qual procedem o caule e as folhas da planta (VIDAL; VIDAL, 2003), de onde os primórdios foliares ou primeiras folhas verdadeiras de uma plântula se desenvolverão (TAIZ et al., 2017).

Popinigis (1985), considera que fisiologicamente a germinação é o processo que inicia com a absorção de água pela semente e termina com a emergência do eixo embrionário, em geral a radícula transpondo seus tecidos protetores. A germinação não inclui o crescimento da plântula depois da emergência da radícula, que é descrito como estabelecimento da plântula.

O processo de germinação é afetado por uma série de condições intrínsecas (longevidade, viabilidade e dormência) e extrínsecas (água, temperatura, oxigênio, fatores químicos e fatores bióticos) à semente. Entretanto, o conjunto é essencial para que o processo se realize normalmente, e a ausência de um dos fatores ambientais impedirá a germinação da semente (POPINIGIS, 1985). Dentre as condições ambientais que afetam o processo germinativo, a temperatura é um dos fatores que tem influência significativa. As variações da temperatura afetam não apenas a porcentagem de germinação, como também a velocidade e a uniformidade do processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A desidratação das sementes pode danificar fortemente as membranas e outros constituintes celulares, pois o embrião acumula açúcares e um conjunto específico de proteínas, e tais passam para um estado vítreo, afetando na organização dos constituintes celulares e

principalmente nas membranas celulares (TAIZ et al., 2017). Sementes de soja com grau de umidade menor que 9%, assumem o estado vítreo, onde ocorre a perda gradual da habilidade das células vivas devido ao envelhecimento celular que ocorre (MARCOS FILHO, 2015).

A água está ligada diretamente a todas as atividades fisiológicas das sementes. Existem cinco tipos de água que fazem parte da constituição das sementes, onde na maturidade fisiológica, algumas espécies estão com mais de 41% de teor de água, na soja está entre 40 a 50%, segundo Carvalho e Nakagawa (2012) e Marcos Filhos (2015), sendo essa o tipo cinco e no tipo um tem-se de 4 a 8% de teor de água. Com este baixo teor de água nas sementes começa a ocorrer uma sequência de reações não catalisadas por enzimas, a partir da ação do oxigênio sobre ácidos graxos insaturados, resultando na liberação de radicais livres, que causam danos celulares (MARCOS FILHO, 2015).

De acordo com Taiz et al. (2017), muitos fatores abióticos (químicos e físicos) podem influenciar negativamente sobre as características bioquímicas e fisiológicas das plantas, dentre elas, no crescimento dos vegetais, pois as plantas são incapazes de evitar o estresse. Como alternativa contra esse estresse que podem ser ocasionados pela luz, água, dióxido de carbono, oxigênio, nutrientes no solo, temperatura e toxinas, as plantas desenvolveram a capacidade de compensar as condições estressantes, mediante alteração dos processos fisiológicos e de desenvolvimento para manter o crescimento e a reprodução.

O uso de sementes de soja com elevado potencial fisiológico é um aspecto de suma importância e deve ser considerado para o aumento da produção dessa espécie. Por isso, o controle de qualidade de sementes deve ser cada vez mais hábil, inserindo testes que avaliem em curto espaço de tempo, o potencial fisiológico e que possibilitem diferenciar os lotes (FESSEL et al., 2010).

1.2.2.1 Análise de Germinação

O teste de germinação é o método mais utilizado para determinar o máximo potencial germinativo de um lote de sementes, servindo para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor para semeadura em campo. Normalmente é desenvolvido em laboratórios, com condições controladas, permitindo que a germinação se desenvolva de maneira mais regular, rápida e completa (BRASIL, 2009). Entre os principais fatores controlados estão disponibilidade de temperatura, água, luz, oxigênio e substrato adequado (MARCOS FILHO, 2015). Estas condições variam para cada espécie e são padronizadas para que os dados obtidos nos testes de germinação possam ser reproduzidos e comparados, dentre de limites tolerados pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Avaliar em um teste de laboratório a germinação significa, verificar se houve a emergência e desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião, que demonstram que este é capaz de produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. A partir da observação do desenvolvimento destas estruturas as plântulas são classificadas em normais ou anormais. As sementes que não germinam podem estar duras, dormentes ou mortas (BRASIL, 2009).

O teste de germinação apresenta algumas limitações, como a demora na obtenção dos resultados e a detecção do nível de deterioração da semente em estádios mais avançados. Ainda, frequentemente, seus resultados de germinação não se correlacionam com a emergência à campo, pois nem sempre as condições são favoráveis (DELOUCHE, 2002).

Nos últimos anos ao nível mundial, o desenvolvimento de novas técnicas para obter as informações sobre as espécies agrícolas tem demandado muito tempo de pesquisadores. No Brasil, a análise dos defeitos sob o potencial fisiológico e sobre o estabelecimento e desempenho de plântulas de soja em condições de campo é de extrema relevância de acordo com a importância dessa espécie para o agronegócio e a economia nacional (SCHUCH; KOLCHINSKI; FINATTO, 2009).

1.2.2.2 Análise de Vigor

Vigor é definido como uma das propriedades das sementes que determina seu potencial para uma emergência rápida e uniforme com desenvolvimento de plântulas normais em uma ampla faixa de condições ambientais (AOSA, 1983).

De acordo com Marcos Filho (2015), a utilização de testes de vigor tem sido cada vez mais frequente pela indústria de sementes para determinar o potencial fisiológico. O principal desafio sobre testes de vigor, na concepção de Lamarca (2009), está na identificação de parâmetros referentes à deterioração das sementes que precedem a perda da capacidade germinativa. Sendo assim, torna-se importante o uso de testes que possibilitem a detecção dos estágios iniciais da deterioração, relacionados ao sistema de membranas, à atividade enzimática e a redução dos mecanismos energéticos.

Os métodos de avaliação do vigor podem ser classificados em diretos, quando realizados no campo ou em condições de laboratório que simulem fatores adversos do campo, ou indiretos, quando realizados em laboratório, mas avaliando as características físicas, fisiológicas e bioquímicas que expressam a qualidade das sementes (PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA; PEIXOTO, 2004).

Vários testes de vigor são utilizados para fornecer índices mais sensíveis da qualidade de sementes e, alguns apresentam maior padronização e reprodutibilidade, sendo amplamente difundidos no setor sementeiro, que toma decisões embasado nos resultados obtidos.

Popinigis (1985) relatou que entre os testes diretos, os mais empregados são: teste de frio, velocidade de emergência de plântulas em campo e massa seca de plântulas. Já para os testes indiretos podem ser agrupados em três classes: os bioquímicos (tetrazólio, condutividade elétrica, teor de ácidos graxos), os fisiológicos (primeira contagem, velocidade de germinação, crescimento de raiz e plântula) e os de resistência (germinação à baixa temperatura, imersão em água quente, imersão em soluções osmóticas, teste de envelhecimento acelerado, entre outros). Estes testes de vigor têm apresentado grandes perspectivas e estão sendo sempre aperfeiçoados na tentativa de fornecer precisão e confiabilidade.

Carvalho e Nakagawa (2012), citaram vários trabalhos que mostram a influência do nível de vigor sobre a produtividade de várias culturas, sendo frequente a ocorrência de reduções significativas na produtividade pelo uso de sementes de baixo vigor.

1.2.3 Hormônios Vegetais

Os hormônios vegetais são substâncias orgânicas, produzidas pela própria planta (endógenas) que, em baixas concentrações, promovem, inibem ou modificam o crescimento e desenvolvimento do vegetal. Foram descobertos separadamente devido as respostas aos fatores ambientais, e continuam sendo realizados estudos quanto ao seu mecanismo de ação, seu local de produção, além da sua conjugação e sua interação com outros hormônios (FERREIRA; TROJAN, 2015).

Dentre os hormônios vegetais, cinco grupos ou classes têm recebido maior atenção, sendo eles as auxinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e giberelinas (ALMEIDA et al., 2015). A auxina tem se destacado, sendo ela sintetizada em locais de crescimento plantas, como meristemas, gemas axilares e folhas jovens, bem como em folhas adultas (KERBAUY, 2012). O etileno é sintetizado na maioria dos tecidos das plantas, em resposta a lesões ou estresses fisiológicos e em tecidos senescentes e frutos em amadurecimento. Este, rege o desenvolvimento de folhas, flores e frutos e pode também induzir ou inibir senescência, dependendo dos níveis ótimos ou subótimos nas plantas (PIERIK et al., 2006).

1.2.3.1 Auxina

A auxina foi o primeiro hormônio vegetal descoberto, e os primeiros estudos fisiológicos sobre o mecanismo de expansão celular foram a partir desse hormônio (VIEIRA et

al., 2010). Suas primeiras evidências foram relatadas no ano de 1880 por Charles Darwin e seu filho, Francis, os quais analisaram a resposta a iluminação unilateral sobre a curvatura de plântulas de gramíneas, movimento denominado fototropismo, relatada no livro “*The power of movement in plants*” de 1881 (KERBAUY, 2012).

Eles usaram como objeto de pesquisa plântulas de alpiste (*Phalaris canariensis*), observando o seu crescimento no escuro. Os coleótilos das gramíneas emergem do solo e são fototróficos, crescem em direção à luz. Fizeram vários experimentos para encontrar a região sensível dos coleótilos. Perceberam que algum tipo de sinal era produzido no ápice, deslocando-se até a zona de crescimento, promovendo um crescimento mais rápido (TAIZ et al., 2017).

Darwin propôs a influência transmissível, que foi comprovada através de teste de curvatura do coleótilo feito por Frits Went em 1926, onde foram utilizadas plântulas de aveia, que mostraram que a curvatura era proporcional à quantidade de substância promotora de crescimento (KERBAUY, 2012).

Went descobriu a auxina conhecida como ácido indolil-3-acético (AIA). No entanto, as plantas apresentam três compostos com estruturas parecidas com o AIA, que exercem a mesma função, sendo assim, considerados auxinas. Dentre eles estão o ácido 4-cloroindolacético, encontrado em sementes jovens de leguminosas, o ácido fenilacético que é mais abundante do que o AIA em vegetais, porém menos ativo, e o ácido indolbutírico (IBA), último descoberto (FERREIRA; TROJAN, 2015).

A principal auxina de várias plantas é o AIA. Essas substâncias têm em comum a capacidade de atuar na expansão e no alongamento celular (FERREIRA; TROJAN, 2015). Essa é sintetizada principalmente no meristema apical, folhas jovens e em sementes em desenvolvimento, tendo como tipo de transporte o polar, a partir do meristema apical até as extremidades da raiz (TAIZ et al., 2017).

A foto-oxidação e a oxidação enzimática realizada pela AIA-oxidase, que é um complexo enzimático responsável pela degradação do ácido indol acético (AIA), podem degradar essa forma de auxina, fazendo com que essa degradação regule a taxa hormonal endógena na planta (RODRIGUES; LEITE, 2004).

O termo auxina é usualmente empregado para caracterizar substâncias de ocorrência natural nas plantas quanto substâncias sintéticas, responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento de vegetais. Cabe salientar que as auxinas sintetizadas em laboratórios (sintéticas) são conhecidas como substâncias reguladoras do crescimento vegetal, enquanto o

termo hormônio ou fitormônio são usadas para as auxinas encontradas naturalmente nas plantas (KERBAUY, 2012).

No grupo das auxinas sintéticas, encontram-se muitas das substâncias que causam respostas fisiológicas comuns ao AIA, como o ácido α -naftalenoacético (α -ANA), o ácido 2,4, S-tridoro-fenoxiacético (2,4, S-T), o ácido 2-metoxi-3,6-didorobenzóico (dicamba), o ácido 4-amino-3, S, Stricloropicolínico (picloram) e o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) (KERBAUY, 2012).

O regulador vegetal mais utilizado na agricultura é o ácido indol butírico (AIB) (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTGAL, 2005), que estimula a emissão de raízes na produção de mudas, promovendo aumento da porcentagem de estacas viáveis e a uniformidade do enraizamento, características estas que possibilitam a redução do tempo para a produção de mudas (DUTRA et al., 2012).

O ácido naftalenoacético (ANA), tem grande importância agrícola no enraizamento de culturas, principalmente nos processos de estaquia e alporquia (KERBAUY, 2012). Porém, os mais usados como reguladores do crescimento e herbicidas na horticultura e na agricultura são o 2,4-D, o picloram e o dicamba (TAIZ et al., 2017).

Como reguladores de crescimento vegetal, as auxinas atuam sobre o alongamento celular. Este hormônio após ser aplicado na planta promove o acúmulo de cálcio no citoplasma, levando a síntese de etileno e acidificação da parede celular, o etileno produzido promove a formação de celulases na parede celular, causando assim seu afrouxamento e, devido a redução do potencial osmótico, há uma maior absorção água, aumentando assim o turgor da célula, ocorrendo a alongação celular (MACHADO et al., 2006).

O 2,4-D possui elevada atividade auxínica, manifestando menor atividade sobre as gramíneas devido diferenças nos sítios de ligação do regulador e induzem também a síntese de etileno (USUI, 2001). O efeito herbicida do 2,4-D em concentrações baixas, descontrolam a divisão celular, induzem à formação de calos e o alongamento dos tecidos, podendo assim ocasionar a morte da planta (TU; HURD; RANDALL, 2001).

1.2.3.2 Etileno

No decorrer do século XIX, um gás produzido pelo carvão era utilizado na iluminação de ruas, e observou-se que árvores próximas das lâmpadas se desfolhavam com mais frequência do que as árvores que se encontravam mais longe. Constatou-se então, que o gás e poluentes do ar danificavam o tecido vegetal e, em 1901, o etileno foi identificado como o componente ativo do gás que provocava tal desfolha (KERBAUY, 2012).

Posteriormente, observou-se que plântulas de ervilha crescendo no escuro, no laboratório, mostravam reduzido alongamento do caule, aumento no crescimento lateral e um anormal crescimento horizontal, o que ficou conhecido como “tripla resposta”. Quando o ar do laboratório era purificado, as plantas voltavam a crescer em taxas normais. O etileno que estava presente no ar contaminado do laboratório, foi identificado como a molécula causadora da resposta (KERBAUY, 2012).

Em 1910, Cousins constatou que o etileno era um produto natural de tecidos vegetais. Ele mostrou que vapores de laranjas estocadas em uma câmara causavam o amadurecimento prematuro de bananas. No entanto, sabe-se agora que frutos de laranja sintetizam pouco etileno, comparado com outros frutos como a maçã, e é provável que as laranjas utilizadas por Cousins estavam contaminadas com o fungo *Penicillium*, que produz abundosos montantes de etileno. Em 1934, Gane et al. identificaram quimicamente o etileno como um produto natural do metabolismo da planta e, devido aos seus efeitos sobre as plantas, ele foi classificado como um hormônio vegetal. O etileno foi redescoberto como hormônio e a sua importância no desenvolvimento da planta foi reconhecida em 1959, quando a cromatografia gasosa foi introduzida nas pesquisas (KERBAUY, 2012).

Molécula simples, o etileno é sintetizado na região do periciclo e é liberado facilmente do tecido que o produz, difundindo-se na fase gasosa, através dos espaços intercelulares, podendo ser perdido para a atmosfera externa ou atingir outros órgãos da planta, bloqueando a divisão celular em posição oposta aos polos de floema da raiz (TAIZ et al., 2017). Devido ao etileno ser um hormônio gasoso, de fácil difusão e perda para o ambiente, não há maquinaria celular responsável pela sua degradação.

O etileno pode ser produzido por quase todas as partes das plantas superiores, embora a taxa de produção dependa do tipo de tecido e do estágio de desenvolvimento. Em geral, regiões meristemáticas e regiões nodais são mais ativas na sua biossíntese. No entanto, a produção de etileno também aumenta durante a abscisão foliar e a senescência de flores, bem como durante o amadurecimento de frutos. Além disso, o escuro, fermentos, algumas doenças e estresses fisiológicos causados por congelamento, altas temperaturas e estresse hídrico, podem induzir a biossíntese de etileno (FLOSS, 2011).

Nos estudos relatados por Kerbauy (2012) sobre a biossíntese de etileno, sob condições anaeróbicas, não houve produção de etileno e o ácido 1-minociclopropano carboxílico (ACC) acumulou-se no tecido. Quando o tecido era remanejado para um meio aeróbico, ocorria a rápida produção de etileno, sugerindo que o ACC era o precursor imediato do etileno em plantas. A síntese do ACC é uma enzima citosólica e sua síntese é regulada por fatores internos

como por auxinas, senescência de flores, amadurecimento de frutos, etc., ou fatores externos como ferimentos, danos por frio, estresse hídrico, encharcamento, etc. Todos estes fatores promovem a síntese de etileno.

O aminoácido metionina é encontrado em concentrações muito baixas nos tecidos vegetais, em valores mais ou menos constantes, inclusive naqueles tecidos que produzem copiosos montantes de etileno. Este suprimento é assegurado pela reciclagem da metionina via o Ciclo de Yang. A conjugação de ACC pode ter um importante papel no controle da biossíntese de etileno, de forma análoga à conjugação de auxinas e citocininas. Em alguns sistemas, auxina e etileno podem causar respostas similares em plantas, e devem-se à capacidade das auxinas (em altas concentrações) de promover a biossíntese de etileno, pelo aumento na conversão de S-adenosilmetionina para ACC. Condições ambientais como o encharcamento ou anaerobiose nas raízes provocam aumento na síntese de etileno na parte aérea, produzindo a resposta epinástica (dados obtidos em tomateiro). Visto que estas condições ambientais são sentidas pelas raízes e a resposta ocorre na parte aérea, acredita-se que um sinal da raiz deve ser transportado para a parte aérea. Este sinal deve ser o ACC, o precursor imediato do etileno. Em condições anaeróbicas nas raízes, as quais inibem a enzima ACC oxidase, provocam o acúmulo do composto ACC. Este ACC é transportado para a parte aérea, via xilema. Na parte aérea ele é convertido para etileno, o qual induz a epinastia de folhas (KERBAUY, 2012).

Em condições de estresse químico, seca, encharcamento, radiação, danos causados por insetos e mecânicos observa-se maior produção de etileno pelas células ativas mecanicamente (VIEIRA et al., 2010). Em concentrações acima de $0,1 \mu\text{L L}^{-1}$, o etileno muda o padrão de crescimento de plântulas, reduzindo a taxa de alongamento e aumentando a expansão lateral, resultando no intumescimento do hipocótilo ou do epicótilo (TAIZ et al., 2017). A direção da expansão celular é determinada pela orientação das microfibrilas de celulose da parede celular, onde o etileno induz uma gradual mudança no alinhamento das microfibrilas e dos microtúbulos de celulose da parede celular, da posição transversal para longitudinal, e como consequência há redução longitudinal e incremento lateral das células, causando o encurtamento e engrossamento do caule, visivelmente constatado em plantas alagadas (KERBAUY, 2012).

De acordo com Schaller (2012), o etileno afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas. No que tange o crescimento, o etileno é mais ligado ao controle do tamanho das células, muitas vezes restringindo o alongamento das células, mas ainda pode regular a divisão celular.

1.2.4 Fatores Abióticos

Os fatores ambientais abióticos primários que afetam o crescimento vegetal são água, luz, dióxido de carbono, oxigênio, conteúdo e disponibilidade de nutrientes no solo, temperatura e toxinas (TAIZ et al., 2017). Dentre estes fatores abióticos, o papel da água é essencial para a vida na Terra, podendo causar prejuízos ao bom crescimento e desenvolvimento dos seres vivos, tanto pela falta como pelo excesso da mesma nos ambientes.

1.2.5 Água

A vida teve origem em um ambiente aquático, e a água é o meio no qual acontecem a grande parte das reações bioquímicas das células, fundamentais para a vida. A água funciona como constituinte do protoplasma, como solvente e participa de várias reações, desempenha um papel importante na manutenção do turgor, mantendo o equilíbrio intracelular, além de ser importante na absorção e no transporte de nutrientes e moléculas através do xilema e floema (QUIRINO, 2010).

Para que ocorra a germinação das sementes, a primeira exigência é a disponibilidade de água (MARCOS FILHO, 2015). A disponibilidade em quantidade adequada de água propicia a semente maior velocidade de embebição. Em condições aeróbicas, a protusão da radícula ocorre mais rapidamente e com maior teor de umidade do que quando a disponibilidade de água é restrita. Nas condições anaeróbicas, o excesso de água é danoso à germinação da semente (POPINIGIS, 1985).

A água utilizada pelo vegetal é proveniente do solo, penetra na planta através das raízes, e para a manutenção da vida, a absorção deve ser de maneira constante. Penetra nos pêlos radiculares, se movimenta radialmente até o xilema pela via apoplasto, simplasto ou transmembrana, devido ao gradiente decrescente do solo para o xilema, constituído pelo fluxo de água. No xilema a água é transportada por capilaridade (QUIRINO, 2010).

O estresse pelo excesso de água no solo é denominado de alagamento. Este é caracterizado pela presença de água no solo acima da capacidade de campo. O excesso de água no solo pode causar asfixia das raízes das plantas terrestres, pela redução ou extinção do oxigênio do solo, condição de hipóxia ou anóxia. Dentre os hormônios vegetais, o etileno está mais associado as repostas das plantas submetidas a alagamento, e o mesmo em elevados teores provoca a redução do crescimento das folhas, caules e raízes (KERBAUY, 2012).

Quando o solo é inundado, os níveis de O_2 na superfície da raiz diminuem drasticamente porque a maior fração do ar do solo é ocupada pela água, e considerando que a concentração de O_2 da água é expressivamente mais baixa que a do ar. A atmosfera contém

cerca de 20% de O₂ ou 200.000 ppm, em comparação com menos de 10 ppm de O₂ dissolvido no solo inundado. Nessas condições, a respiração nas raízes é suprimida, e a fermentação é aumentada. Essa mudança metabólica pode provocar esgotamento de energia, acidificação do citosol e toxicidade pela acumulação de etanol e lactato (TAIZ et al., 2017).

Na literatura, não há informações se hormônios em desequilíbrio nos estágios iniciais de germinação e de emergência da soja são indutores de encarquilhamento de folhas primárias e, ainda, qual a contribuição de fatores abióticos para o surgimento do entrelaçamento das folhas primárias em plântulas de soja. São consideradas anomalias, uma vez que estão figurando no momento da avaliação do potencial fisiológico das sementes.

2 CAPÍTULO 1: TEOR DE ÁGUA DO SUBSTRATO E O ENTRELAÇAMENTO DAS FOLHAS PRIMÁRIAS EM PLÂNTULAS DE SOJA

Resumo: Esse trabalho teve como objetivo, verificar a influência do teor de água do substrato sobre o entrelaçamento das folhas primárias em plântulas de soja. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes Vigorteste, em Cascavel, no Estado do Paraná. Foram utilizadas sementes de soja produzidas na safra 2018/2019, nas regiões de Palmeira das Missões – RS, Campos Novos – SC e São João – PR. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), onde foram utilizadas sementes das cultivares de soja 55I57RSF IPRO (Zeus) e da 58I60RSF IPRO (Lança), com e sem entrelaçamento das folhas primárias, as quais foram submetidas a testes com diferentes quantidades de água no substrato, com quatro subamostras de 100 sementes cada tratamento, sendo essas consideradas as repetições. As variáveis avaliadas foram a germinação, percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas e tamanho das plântulas. Nos resultados obtidos no teste de germinação ocorreu diferença significativa na cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) com as folhas primárias entrelaçadas, onde quanto maior a quantidade de água adicionada ao substrato, menor foram os resultados, esse resultado se repetiu na variável plântulas com as folhas primárias entrelaçadas, onde os resultados também foram inferiores. Nesta mesma variável, duas cultivares analisadas, quanto maior a quantidade de água adicionada ao substrato, maiores os percentuais de entrelaçamento das folhas primárias. Para o tamanho das plantas não houve diferença, porém quando comparadas o tamanho das plântulas com as folhas primárias normais e entrelaçadas, observa-se em média mais de 50% entre as duas origens. A quantidade de água utilizada para umedecer o substrato para a condução do teste de germinação é uma das causas do aparecimento de folhas primárias entrelaçadas em soja devido a inibição da aeração. Para a condução do teste de germinação, envelhecimento acelerado (vigor), emergência em areia da soja, seguir as prescrições das Regras para Análises de Sementes e usar a água na quantidade recomendada, evitando assim dúvidas na avaliação e a reprovação de lotes de sementes. Folhas primárias entrelaçadas e raízes com sintoma de fitotoxicidade demandam mais estudos para verificar outras origens desse entrelaçamento.

Palavras-chave: *Glycine max*. Estresse abiótico. Encharcamento. Balanço hormonal.

SUBSTRATE WATER CONTENT AND THE INTERLACING OF PRIMARY LEAVES IN SOYBEAN SEEDLINGS

Abstract: This work aimed to verify the influence of the water content of the substrate on the interlacing of primary leaves in soybean seedlings. The experiments were conducted at the Vigorteste Seed Analysis Laboratory, in Cascavel, in the State of Paraná. Soybean seeds produced in the 2018/2019 harvest were used in the regions of Palmeira das Missões - RS, Campos Novos - SC and São João - PR. The experimental design used was completely randomized (DIC), where seeds of the soybean cultivars 55I57RSF IPRO (Zeus) and 58I60RSF IPRO (Lance) were used, with and without interlacing of the primary leaves, which were subjected to tests with different amounts of water in the substrate, with four subsamples of 100 seeds each treatment, these being considered repetitions. The variables evaluated were germination, percentage of seedlings with the primary leaves intertwined and seedling size. In the results obtained in the germination test, there was a significant difference in the cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) with the interlaced primary leaves, where the greater the amount of water added to the substrate, the lower the results, this result was repeated in the seedling variable with the primary leaves interlaced, where the results were also inferior. In this same variable, two cultivars analyzed, the greater the amount of water added to the substrate, the higher the percentage of interlacing of the primary leaves. For the size of the plants there was no difference, however when comparing the size of the seedlings with the normal and interlaced primary leaves, an average of more than 50% is observed between the two sources. The amount of water used to moisten the substrate for conducting the germination test is one of the causes of the appearance of interlaced primary leaves in soybeans due to inhibition of aeration. For conducting the germination test, accelerated aging (vigor), emergence in soybean sand, follow the prescriptions of the Rules for Seed Analysis and use the water in the recommended amount, thus avoiding doubts in the evaluation and failure of seed lots. Primary interlaced leaves and roots with phytotoxicity symptoms require further studies to verify other origins of this interlacing.

Keywords: *Glycine max*. Abiotic stress. Flooding. Hormonal balance.

2.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) tem sido a protagonista no aumento da área e produção de grãos no Brasil. Levantamentos da Conab (2020) indicam um crescimento da área cultivada no último ano estimado em 3,0 %, atingindo mais de 36,9 milhões de hectares, com produção de 120,9 milhões de toneladas, ganho de 5,1% em relação à safra 2018/19.

Para a continuidade do crescimento do cultivo, pesquisas na área de qualidade de sementes indicam que quando a semente apresenta o vigor e a viabilidade reduzidos, conseqüentemente podem ocorrer perdas significativas na produção. Para Marcos Filho (2015), os efeitos do potencial fisiológico dos lotes de sementes sobre a emergência das plântulas são indiscutíveis, e somente esse fato permite justificar a necessidade da utilização de sementes de qualidade fisiológica elevada.

A produção de sementes de soja de boa qualidade se faz no campo. Esta é a etapa onde deve-se trabalhar para ter o mínimo de danos, onde, alguns podem ser evitados com um bom manejo da lavoura, como os fatores pragas, doenças, plantas daninhas, microrganismos, nutrição de solos e regulação das colhedoras (FRANÇA NETO et al., 2016). Além disso, outros danos podem ser causados pelo uso incorreto de agroquímicos visando a antecipação da colheita (DALTRO et al., 2010). Alguns fatores importantes devem ser considerados quando se pretende usar desseccantes químicos, como as condições ambientais em que esse é aplicado, o modo de ação do produto, o estágio fenológico em que a espécie se encontra, a eventual ocorrência de resíduos tóxicos no material colhido, a influência na produção, germinação e vigor de sementes (LACERDA et al., 2005).

Para que a semente inicie a germinação e se desenvolva normalmente, é condição essencial, fornecimento de água. Porém não deve ser tão umedecido a ponto de formar uma película de água em torno das sementes, já que este excesso restringe a aeração, prejudicando a germinação. Em condições de laboratório, no umedecimento do substrato de papel, é recomendado a utilização de 2,0 a 3,0 do seu peso em água, já para o substrato de areia utiliza-se de 50 à 60 % da capacidade de retenção de água dependendo da espécie em análise. A água utilizada para a condução do teste de germinação deve ser isenta de substâncias orgânicas e inorgânicas, bem como ter o pH entre 6,0 e 7,5 (BRASIL, 2009).

A germinação é inicializada pela embebição, que é um processo físico e rápido, caracterizado pela entrada e a distribuição da água nas sementes, regulada pelo potencial hídrico, ocorrem tanto por capilaridade como por difusão, no sentido do maior para o menor potencial (SILVA; VILLELA, 2011). Sementes muito secas, ao entrarem em contato com a água, podem apresentar taxa de absorção de água muito elevada, proporcionando a ocorrência

de eventuais danos por embebição que são responsáveis pela diminuição da velocidade de germinação das sementes (MASETTO; VARGAS; SCALON, 2016).

A água em excesso propicia a anaerobiose nas raízes das plântulas, elevando a produção de ácido 1-aminociclopropano carboxílico (ACC), que na parte aérea é convertido em etileno, o qual interfere no alongamento celular (KERBAUY, 2012), que além de impedir ou retardar a germinação e desenvolvimento das plântulas, podem proporcionar o fracasso ou sucesso de uma espécie (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Atualmente, em diversas regiões do Brasil e cultivares dos mais variados obtentores, tem-se observado nos testes de germinação, envelhecimento acelerado (vigor) e emergência plântulas de soja, os entrelaçamentos das folhas primárias (plúmulas). Na literatura existem relatos de possíveis estresses abióticos que podem estar relacionados com essa anomalia, além do uso de auxinas sintéticas que podem afetar o balanceamento hormonal (KERBAUY (2012); TAIZ et al., (2017)).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo, verificar se ocorre a influência do teor de água do substrato sobre o entrelaçamento das folhas primárias em plântulas de soja.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes Vigorteste, em Cascavel, no Estado do Paraná. Foram utilizados lotes sementes de soja produzidas na safra 2018/2019, nas regiões de Palmeira das Missões – RS, Campos Novos – SC e São João – PR.

Foram utilizadas sementes das cultivares de soja 55I57RSF IPRO (Zeus) e 58I60RSF IPRO (Lança), com e sem entrelaçamento das folhas primárias, as quais foram submetidas a testes com diferentes quantidades de água no substrato conforme descrito na Tabela 1.

A checagem do teor de água das sementes foi realizada com a utilização de método expedito (Medidor de Umidade Gehaka – G800), conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As variáveis avaliadas foram a germinação, tamanho das plântulas e percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas.

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo Mangelsdorf, sob temperatura constante de 25 ± 2 °C, em substrato rolo de papel filtro, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5, 3,0 e 3,5 vezes a massa do substrato seco conforme descrito na Tabela 1. Após a confecção dos rolos, os mesmos foram acondicionados em

embalagem plástica para reter a água. As avaliações foram efetuadas no quinto dia após a instalação do teste, seguindo os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos combinando cultivar de soja, de diferentes origens, com e sem entrelaçamento das folhas primárias, submetida a testes em substrato com diferentes teores de água, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Cultivar	Origem	Folhas primárias	Teores de água das sementes (%)	Teores de água adicionado ao substrato
55I57RSF IPRO (Zeus)	Campos Novos - SC	Normais	9,6	2,5
				3,0
				3,5
	Campos Novos - SC	Entrelaçadas	9,4	2,5
				3,0
				3,5
58I60RSF IPRO (Lança)	São João - PR	Normais	9,2	2,5
				3,0
				3,5
	P. das Missões - RS	Entrelaçadas	9,4	2,5
				3,0
				3,5

Fonte: O autor, 2020.

A avaliação do tamanho das plântulas foi também realizada simultaneamente a análise de germinação, onde foram selecionadas aleatoriamente vinte plântulas normais por repetição, e com o auxílio de uma régua milimétrica foi realizada a medição e computados os resultados, que foram expressos em centímetros (cm), com uma casa decimal.

A avaliação para determinação do percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas, foi efetuado juntamente com a análise da de germinação. Neste momento, também procedeu-se a abertura dos cotilédones das plântulas para visualizar as folhas primárias, e foram computados o número de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, sendo estas consideradas as subamostras. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2014), e as cultivares com e sem entrelaçamento das folhas primárias foram analisadas de forma independente.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de germinação demonstraram poucas variações quando submetidas a diferentes teores de água adicionado ao substrato (papel filtro) na condução do teste, havendo diferença estatística para a cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus), na ordem de onze pontos percentuais entre o maior e o menor resultado, e quanto maior a quantidade de água adicionada ao substrato, menor é o percentual de germinação (plântulas normais). O principal problema causador das anormalidades era o falso dano mecânico (dano por embebição), uma vez que não se procedeu o pré-condicionamento das sementes que estavam com baixo teor de água. O contato com o substrato contendo água em grande disponibilidade potencializa esses danos. Segundo Marcos Filho (2015), o nível de hidratação (menor que 11%) das sementes está diretamente relacionado a intensidade de injúrias no decorrer da embebição das sementes, isso está diretamente ligado ao teor de água que estavam as sementes utilizadas (9,2 à 9,6%).

A quantidade de água utilizada para umedecer o substrato propiciou o aparecimento das plântulas com as folhas primárias entrelaçadas nas duas cultivares que não apresentavam a anomalia, e quanto maior a quantidade de água, maior o percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas, conforme os resultados obtidos nas cultivares 55I57RSF IPRO (Zeus) e 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias normais. A cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus), com 2,5 de água adicionada ao substrato apresentou 1%, com 3,0 2%, e com 3,5 6%, e na 58I60RSF IPRO (Lança) com 2,5 0%, com 3,0 4% e com 3,5 8% de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas mostrado na Figura 1 (B).

De acordo com Kerbauy (2012), fatores abióticos, dentre eles a água está diretamente ligado a expansão celular das folhas primárias das plântulas, devido à baixa quantidade de oxigênio absorvido pela raiz da plântula que causa o acúmulo de ACC (ácido 1-minociclopropano carboxílico), e esse transportado para a parte aérea e é convertido a etileno, que não permite a expansão celular do gancho apical. Theisen et al. (2008) observaram em condições de alagamento do solo, que houve sintoma do encarquilhamento das folhas.

Por outro lado, na germinação da 55I57RSF IPRO (Zeus) que previamente tinham apresentado o entrelaçamento das folhas primárias, apresentou maior resultado quando adicionado 2,5 de água no substrato, enquanto com 3,0 e 3,5 foram iguais, observando-se menores percentuais quando a quantidade de água adicionada ao substrato era maior. Na 58I60RSF IPRO (Lança), com 2,5, 3,0 e 3,5 não houve diferença e os resultados seguiram a mesma tendência, reforçando a informação de Popinigis (1985), de que água em baixas e elevadas quantidades são prejudiciais à germinação das sementes.

Tabela 2 – Valores médios de Germinação (G.), Plântulas com as Folhas Primárias Entrelaçadas (P.F.P.E.) e Tamanho das Plântulas (T.P.) dos tratamentos combinando cultivar de soja, com e sem entrelaçamento das folhas primárias, submetida a testes em substrato com diferentes teores de água, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Cultivar	Origem	Folhas primárias	Teores de água no substrato	G. (%)	P.F.P.E. (%)	T.P. (cm)
55I57 RSF	Campos Novos - SC	Normais	2,5	88 a	1 a	16,5 a
			3,0	86 a	2 ab	16,6 a
			3,5	88 a	6 b	16,1 a
IPRO (Zeus)	Campos Novos - SC	Entrelaçadas	2,5	67 a	98 a	7,5 a
			3,0	59 ab	93 b	7,2 a
			3,5	56 b	93 b	6,4 a
58I60 RSF	São João - PR	Normais	2,5	89 a	0 a	16,9 a
			3,0	90 a	4 ab	17,5 a
			3,5	88 a	8 b	16,9 a
IPRO (Lança)	P. das Missões - RS	Entrelaçadas	2,5	76 a	100 a	9,4 a
			3,0	73 a	100 a	9,8 a
			3,5	72 a	97 a	8,9 a
Coeficiente de Variação (%)				6,83	5,83	9,23
Diferença Mínima Significativa				9,00	4,47	1,76

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância.

Quando avaliados os resultados dos tamanhos das plântulas, não ocorreu diferença entre os diferentes teores de água utilizado para umedecer o substrato. Porém, quando observado o tamanho das plântulas dentro da mesma cultivar, as plântulas com as folhas primárias normais apresentaram o dobro ou mais de tamanho em relação as plântulas com as folhas primárias entrelaçadas (Tabela 1).



Figura 1 – Plântulas oriundas do teste de germinação para avaliação do tamanho das plântulas e o percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas. (A) plântula representante das cultivares 55I57RSF IPRO (Zeus) e 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias entrelaçadas e raízes com sintomas de fitotoxidez nas raízes. (B) plântula com as folhas primárias pouco desenvolvidas e pontas das folhas entrelaçadas, representando as observadas nas cultivares 55I57RSF IPRO (Zeus) e 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias normais. (C) Plântula representante das cultivares 55I57RSF IPRO (Zeus) e 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias normais.

Como é possível observar na Figura 1, as mesmas apresentaram inibição do desenvolvimento da raiz primária e das secundárias, aparentando fitotoxidez de algum agroquímico. Efeito semelhante foi observado por Daltro et al. (2010), verificando os efeitos de diferentes desseccantes aplicados em pré-colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja convencional, sendo observado que o uso de glifosato provocou fitotoxicidade ao sistema radicular de plântulas de soja, afetando negativamente a qualidade das sementes.

2.4 CONCLUSÕES

A quantidade de água utilizada para umedecer o substrato para a condução do teste de germinação é uma das causas do aparecimento de folhas primárias entrelaçadas em soja devido a inibição da aeração.

Para a condução do teste de germinação, envelhecimento acelerado (vigor), emergência em areia da soja, seguir as prescrições das Regras para Análises de Sementes e usar a água na quantidade recomendada, evitando assim dúvidas na avaliação e a reprovação de lotes de sementes.

Folhas primárias entrelaçadas e raízes com sintoma de fitotoxidez demandam mais estudos para verificar outras origens desse entrelaçamento.

3 CAPÍTULO 2: MORFOFISIOLOGIA DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES PRINCÍPIOS ATIVOS E DOSAGENS NA DESSECAÇÃO

Resumo: O objetivo deste estudo foi verificar as características morfofisiológicas da soja submetida a diferentes princípios ativos e dosagens na dessecação. O experimento à campo foi executado na Linha Capanema, Realeza / PR, com as cultivares 55I57RSF IPRO (Zeus) e a 58I60RSF IPRO (Lança), ambas oriundas de campo de produção comercial de grãos, no estágio R 7.3. Os tratamentos foram: testemunha, paraquat (2,0 L ha⁻¹), paraquat (4,0 L ha⁻¹), dicloreto de paraquat (2,0 L ha⁻¹), dicloreto de paraquat (4,0 L ha⁻¹), 2,4-D dimetilamina (1,5 L ha⁻¹) e 2,4-D dimetilamina (3,0 L ha⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o em Blocos Casualizados (DBC), com duas repetições cada tratamento. As variáveis avaliadas foram a germinação (plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras), plântulas com as folhas primárias entrelaçadas, tamanho e massa seca das plântulas. Ocorreu diferença no tamanho das plântulas, plântulas normais e anormais em virtude da utilização dos diferentes princípios ativos na dessecação. A utilização do 2,4-D dimetilamina na dosagem de 3,0 L ha⁻¹, causa danos irreparáveis na qualidade fisiológica das sementes de soja, acarretando o engrossamento do hipocótilo e o atrofiamento geral do sistema radicular e das folhas primárias. Os demais tratamentos também não apresentaram plântulas de folhas primárias entrelaçadas, demandando assim estudos utilizando outros herbicidas.

Palavras-chave: Dessecação. Engrossamento do hipocótilo. Atrofiamento das raízes. Herbicidas.

SOY MORPHOPHYSIOLOGY SUBMITTED TO DIFFERENT ACTIVE PRINCIPLES AND DOSES IN DESICCATION

Abstract: The aim of this study was to verify the morphophysiological characteristics of soybean submitted to different active principles and dosages in desiccation. The field experiment was carried out on the Capanema Line, Realeza / PR, with the cultivars 55I57RSF IPRO (Zeus) and 58I60RSF IPRO (Lança), both from the commercial grain production field, at the R 7.3 stage. The treatments were: control, paraquat (2.0 L ha⁻¹), paraquat (4.0 L ha⁻¹), paraquat dichloride (2.0 L ha⁻¹), paraquat dichloride (4.0 L ha⁻¹), 2,4-D dimethylamine (1.5 L ha⁻¹) and 2,4-D dimethylamine (3.0 L ha⁻¹). The experimental design used was in Randomized Blocks (DBC), with two replicates each treatment. The variables evaluated were germination (normal seedlings, abnormal seedlings, dead seeds and hard seeds), seedlings with intertwined primary leaves, seedling size and dry mass. There was a difference in the size of seedlings, normal and abnormal seedlings due to the use of different active principles in desiccation. The use of 2,4-D dimethylamine in the dosage of 3.0 L ha⁻¹, causes irreparable damage to the physiological quality of soybean seeds, causing the thickening of the hypocotyl and the general atrophy of the root system and primary leaves. The other treatments also did not present seedlings of interlaced primary leaves, thus requiring studies using other herbicides.

Keywords: Desiccation; Hypocotyl thickening; Root atrophy; Herbicides.

3.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é de grande importância na produção de alimentos, consistindo em fonte de matéria prima destinada a alimentação humana, animal e para a indústria, com extensa adaptação às diversas condições brasileiras, considerada assim como a mais importante oleaginosa cultivada no mundo (LAMEGO et al., 2013).

Figurando como o segundo maior produtor mundial, o Brasil contou com uma área plantada de 36,9 milhões de hectares, incremento de 3,0% na safra 2019/2020 e produção de 120,9 milhões de toneladas do grão, o que representa um aumento de produção de 5,1% em relação à safra 2018/2019 (CONAB, 2020). Neste panorama de produção, o uso de sementes de qualidade é imprescindível para o estabelecimento de lavouras de alta produtividade.

O somatório dos atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos expressam a qualidade de um lote de sementes (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012). Durante o processo de formação e maturação das sementes, a máxima qualidade é observada na maturidade fisiológica da cultura. A colheita das sementes de soja nesse período seria o ideal, pois o grau de deterioração é mínimo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Entretanto, a colheita mecânica é impossibilitada nesse momento devido ao alto teor de água nas sementes, que está entre 45 e 60% (MARCOS FILHO, 2015). No ponto de maturidade fisiológica (MF) a semente se desliga fisiologicamente da planta mãe. As vagens não atingem a MF todas juntas, principalmente nas cultivares de ciclo indeterminado, por isso ainda há a finalização do enchimento da semente. Nesta fase também está ocorrendo a finalização do acúmulo de massa seca e de enchimento das sementes, e caso ocorresse a colheita neste momento, a conexão vascular da planta mãe com as mesmas seria interrompida precocemente (DALTRO et al., 2010).

A antecipação da colheita visa a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica e sanitária, reduzindo sua exposição às condições climáticas desfavoráveis (CELLA et al., 2014). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), os estresses climáticos e nutricionais, comumente associados a danos causados por microrganismos e insetos, são os principais causadores da deterioração da semente no campo, e a deterioração por umidade é um dos fatores que mais afetam a qualidade da semente de soja por ser um dano progressivo. Assim, a prática de dessecação é uma importante aliada aos produtores de sementes para diminuir as perdas de qualidade, pois reduz o tempo de exposição a fatores bióticos e abióticos após a maturidade fisiológica, devido a rápida perda de água pelas plantas (DALTRO et al., 2010; PEREIRA et al., 2015). Conforme Lacerda et al. (2005), esta operação promove a antecipação da colheita de soja em até sete dias em relação a colheita sem dessecação da lavoura, elevando a eficiência de trabalho das colhedoras e redução das perdas, facilitando dessa forma a logística do produtor de sementes com o escalonamento da colheita.

Para alcançar o sucesso na dessecação de pré colheita devem ser observados alguns fatores como, o herbicida utilizado e o estágio de aplicação. Neste sentido, a melhor época para efetuar a dessecação da cultura da soja, é quando 80 a 90% das vagens estão mudando de coloração de verde para o amarelado, comumente atribuído ao estágio 7.3 (CELLA et al., 2014).

Entre os herbicidas mais usados para a dessecação em pré colheita, destaca-se o paraquat, diquat e o glufosinato de amônio que têm recomendação para a dessecação da soja pois se tratam de produtos de contato, não sendo assim translocados para o grão, já o herbicida 2,4-D é sistêmico e devido a isso não é recomendado para esta finalidade. Os herbicidas

paraquat e diquat (Inibidores do Fotossistema I) e glufosinato de amônio (Inibidor da Glutamina Sintase) são relativamente não seletivos, usados para controle de toda a vegetação como dessecantes aplicados em pré colheita (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Os herbicidas mimetizadores de auxina foram os primeiros registrados no Brasil, sendo um deles o 2,4-D que age na desregulação de processos de crescimento celular, levando as plantas a morte (ROMAN et al., 2005).

Contudo, no que se refere ao potencial fisiológico, divergentes resultados de pesquisas constam na literatura, alguns demonstraram reduções na germinação e no vigor após a dessecação pré colheita, e outros consideraram positiva essa técnica, enfatizando que não provocou danos na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes dessecadas, (DALTRO et al, 2010; BÜLOW; CRUZ-SILVA, 2012; CELLA, et al, 2014; PEREIRA et al., 2015). Marcos Filho (2015), mencionou que a aplicação merece os devidos cuidados porque sua antecipação ou o atraso podem exercer efeitos maléficos à qualidade da semente, exigindo identificação precisa da maturidade fisiológica, tomada como base para determinação de época da dessecação. Este é um fato importante porque atualmente, com a utilização de genótipos de soja com tipo de hábito de crescimento indeterminado, estes cuidados são imperativos, sobretudo, em campos destinados à produção de sementes.

Mediante ao exposto, o objetivo deste estudo foi verificar as características morfofisiológicas da soja submetida a diferentes princípios ativos e dosagens na dessecação.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento à campo foi realizado em uma área de produção comercial de grãos na Linha Capanema, município de Realeza, no Estado do Paraná.

O solo da área experimental foi classificado como sendo um Nitossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2018). De acordo com os Dados da Rede Agroclimatológica do IAPAR, a temperatura mínima média entre os meses de outubro de 2019 e março de 2020 foi de 16,8 °C e a média máxima 27,8 °C, e precipitação média de 173,9 mm nos meses do mesmo período (SIMEPAR, 2020).

No estudo foram utilizadas as cultivares 55I57RSF IPRO (Zeus) e 58I60RSF IPRO (Lança), as quais foram submetidas a dessecação por meio da aplicação dos seguintes herbicidas: testemunha, paraquat (2,0 L ha⁻¹), paraquat (4,0 L ha⁻¹), dicloreto de paraquat (2,0 L ha⁻¹), dicloreto de paraquat (4,0 L ha⁻¹), 2,4-D dimetilamina (1,5 L ha⁻¹) e 2,4-D dimetilamina (3,0 L ha⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados (DBC), com duas cultivares, sete tratamentos e duas repetições cada tratamento. Cada parcela foi composta por oito linhas com sete metros de comprimento e o espaçamento entre linhas foi de 0,47 m, totalizando uma área de 23 m².

Durante a condução do experimento foram realizados os controles químicos de pragas, doenças e plantas invasoras, conforme a necessidade da cultura.

A dessecação foi realizada no dia 11 de fevereiro de 2020, momento em que as plantas estavam no estágio R 7.3 (mais de 75% das folhas e vagens amarelas).

A colheita foi realizada no dia 18 de fevereiro de 2020, onde foi colhido manualmente em cada parcela a área útil de 12 m². Após o corte, as plantas de soja de cada parcela foram unidas em fardos devidamente identificados e transportadas para Cascavel, onde no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), foram debulhadas em um batedor equipado com soprador para retirar o material inerte das parcelas, batedor esse usado pelos programas de melhoramento genético, visando o melhor aproveitamento do material debulhado em um período de tempo menor.

Após a debulha, as sementes foram levadas para o Laboratório de Análise de Sementes da FAG para determinar o teor de água das parcelas com o auxílio de um determinador de umidade digital (método expedito), na qual a média obtida na primeira colheita foi em torno de 13,5 % de teor de água dos grãos. Após a determinação do teor de água, os grãos foram armazenados em local fresco com circulação de ar e livre de ataque de pragas, com objetivo de evitar perdas de qualidade relacionadas a armazenagem.

As variáveis avaliadas foram a germinação (plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras), plântulas com as folhas primárias entrelaçadas, tamanho e massa seca das plântulas.

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo Mangelsdorf sob temperatura constante de 25 ± 2 °C, em substrato rolo de papel filtro, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. As avaliações foram efetuadas no quinto dia após a instalação do teste, seguindo os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) computando as plântulas normais e as anormais, as sementes mortas e as sementes duras. Os resultados foram expressos em percentual.

A avaliação para determinação do percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas, foi também efetuado juntamente com o teste de germinação, onde foi feito a abertura dos cotilédones das plântulas para visualização das folhas primárias, computando-se o número de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas.

Para avaliação do tamanho das plântulas, foi realizada concomitantemente com o teste de germinação, onde foram retiradas ao acaso 10 plântulas de cada subamostra de 50 sementes, e executada a mensuração do tamanho com o auxílio de uma régua milimetrada, sendo avaliado da ponta da raiz principal até ao gancho plumular. Os resultados foram expressos em centímetro por plântula. Para a determinação da massa seca das plântulas, os cotilédones das mesmas plântulas foram extraídos e descartados, sendo o eixo hipocótilo/radicula (NAKAGAWA, 1999) submetido a secagem em estufa com circulação de ar forçado, regulada a 60 °C por 24 horas (FRANZIN et al., 2004). Os resultados foram apresentados em gramas por plântula.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Foi realizado o teste de Tukey e o programa estatístico utilizado foi o Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2014), e as cultivares com e sem entrelaçamento das folhas primárias foram analisadas de forma independente.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados da tabela 1, onde estão descritos os percentuais médios obtidos no teste de germinação da cultivar 58I60RSF IPRO (Lança), observa-se que para plântulas normais, a testemunha e o paraquat (2 L ha⁻¹) apresentaram melhor valor, enquanto que o uso de 2,4-D (3 L ha⁻¹) apresentou a pior germinação, os demais tratamentos foram intermediários a esses, não diferindo estatisticamente. Guimarães et al. (2012) verificaram que o herbicida glufosinato de amônio reduziu a germinação, o glifosato reduziu o vigor das sementes, e o herbicida paraquat promoveu os melhores índices de germinação e vigor de sementes de soja quando utilizado nos estádios R6 e R7.2.

Quando avaliados os resultados de plântulas anormais, os tratamentos que apresentaram os menores valores foram a testemunha, o paraquat na dose de 2,0 L ha⁻¹ e 4,0 L ha⁻¹ e o dicloreto de paraquat (2,0 L ha⁻¹), diferindo estatisticamente do 2,4-D dimetilamina (3,0 L ha⁻¹), que apresentou o maior percentual de plântulas anormais, com 25%, para a cultivar 58I60RSF IPRO (Lança).

Nas variáveis sementes mortas e sementes duras não houve diferença, porém vale ressaltar a presença de sementes duras na cultivar 58I60RSF IPRO (Lança), o que na cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) não foi constatado, embora ambas tenham sido conduzidas nas mesmas condições ambientais, época e colheita manual. França Neto e Potts (1979), relataram que nas sementes colhidas manualmente e submetidas a secagens artificial a temperatura de 40 °C, ocorreu um decréscimo na porcentagem de sementes germináveis e um aumento de sementes

duras, quando comparado com aquelas colhidas com 11% de teor de água com colhedora mecânica.

Na cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus), apenas o tratamento com 2,4-D dimetilamina (3,0 L ha⁻¹), diferiu estatisticamente dos demais, apresentado o menor percentual de plântulas normais (37%) e o maior percentual de plântulas anormais (52%) (Tabela 1). Houve atrofiamento da plúmula, engrossamento do hipocótilo e as raízes não se desenvolveram causando a elevação do percentual de plântulas anormais (Figura 1). De acordo com Kerbauy (2012), as raízes são mais sensíveis que o caule a ação da auxina, sendo as que em condições de elevadas concentrações de auxinas, a produção de etileno é estimulada intensamente nas raízes, tornando a parede celular mais espessa, reduzindo o alongamento celular.

Com relação às sementes mortas, o tratamento 2,4-D dimetilamina (1,5 L ha⁻¹) foi o que apresentou menor percentual (4%), enquanto o 2,4-D dimetilamina (3,0 L ha⁻¹) apresentou o maior percentual (11%), mas não diferiu do paraquat (4 L ha⁻¹), ficando evidente o efeito nocivo de dosagem do tratamento. Referenciando a utilização de herbicidas em R7,3 na dessecação, Kappes, Carvalho e Yamashita (2009), usando paraquat obtiveram os melhores resultados de qualidade fisiológica das sementes de soja, e ainda o favorecimento da antecipação de colheita.

Tabela 1 – Teste de Germinação (plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras), das cultivares de soja Lança e Zeus, dessecadas com diferentes herbicidas e dosagens, Realeza-PR, Brasil, 2020.

Cultivar	Herbicidas	Germinação (%)			
		Plântulas Normais	Plântulas Anormais	Sementes Mortas	Sementes Duras
58I60 RSF IPRO (Lança)	Testemunha	89a	9 a	1 a	1 a
	Paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	86 a	10 a	1 a	3 a
	Paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	81 ab	15 ab	1 a	3 a
	Dicloreto de paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	83 ab	13 a	1 a	3 a
	Dicloreto de paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	83 ab	13 a	3 a	1 a
	2,4-D dimetilamina (1,5 L ha ⁻¹)	76 ab	20 ab	2 a	2 a
	2,4-D dimetilamina (3,0 L ha ⁻¹)	71 b	25 b	3 a	1 a
55I57 RSF IPRO (Zeus)	Testemunha	76 a	18 a	6 ab	0 a
	Paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	74 a	20 a	6 ab	0 a
	Paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	72 a	18 a	10 bc	0 a
	Dicloreto de paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	76 a	18 a	6 ab	0 a
	Dicloreto de paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	76 a	19 a	5 ab	0 a
	2,4-D dimetilamina (1,5 L ha ⁻¹)	67 a	29 a	4 a	0 a
	2,4-D dimetilamina (3,0 L ha ⁻¹)	37 b	52 b	11 c	0 a
CV (%)		8,23	26,14	54,01	143,51
DMS		13,47	11,43	5,08	3,14

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa.



Figura 1 – Plântulas anormais, oriundas do teste de germinação do tratamento 2,4-D dimetilamina ($3,0 \text{ L ha}^{-1}$).

Daltro et al. (2010) verificaram que o uso dos dessecantes paraquat, diquat, paraquat + diquat e paraquat + diuron, para produção de sementes de soja convencional, não indicaram variações importantes no potencial fisiológico das sementes produzidas em relação às não dessecadas. Para os mesmos pesquisadores, o uso do glifosato prejudicou o desempenho das plântulas, provocando fitotoxicidade ao sistema radicular de plântulas de soja, deixando as raízes rígidas e curtas, afetando negativamente a qualidade das sementes.

Para o tamanho de plântulas na cultivar 58I60RSF IPRO (Lança), os menores valores foram obtidos com o 2,4-D dimetilamina na dosagem de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ (14,9 cm), diferindo estatisticamente dos demais. Já na cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus), também foi observado que o 2,4-D dimetilamina na dosagem de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ apesar de não diferir da dose de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ e do dicloreto de paraquat ($4,0 \text{ L ha}^{-1}$) apresentou o menor resultado, com tamanho de plântulas de 12,7 cm. Este tratamento revelou que além de causar maior número de plântulas anormais, as plântulas normais expressaram desenvolvimento menor e comprometido, nas mesmas condições (Tabela 2).

Para a massa seca das plântulas houve diferença estatística apenas na cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus), onde o 2,4-D dimetilamina na dosagem de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ apresentou a menor massa (0,0228 grama por plântula) (Tabela 2).

Tabela 2 – Tamanho das Plântulas (cm) e Massa Seca das Plântulas (g), das cultivares de soja Lança e Zeus, dessecadas com diferentes herbicidas e dosagens, Realeza-PR, Brasil, 2020.

Cultivar	Herbicidas	Tamanho das Plântulas (cm)	Massa Seca das Plântulas (g)
58I60RSF IPRO (Lança)	Testemunha	20,2 ab	0,0285 a
	Paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	22,0 a	0,0309 a
	Paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	21,1 a	0,0300 a
	Dicloreto de paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	18,9 ab	0,0300 a
	Dicloreto de paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	20,3 ab	0,0297 a
	2,4-D dimetilamina (1,5 L ha ⁻¹)	16,9 bc	0,0296 a
	2,4-D dimetilamina (3,0 L ha ⁻¹)	14,9 c	0,0300 a
55I57RSF IPRO (Zeus)	Testemunha	16,4 a	0,0283 a
	Paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	17,2 a	0,0299 a
	Paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	15,6 ab	0,0272 a
	Dicloreto de paraquat (2,0 L ha ⁻¹)	17,4 a	0,0299 a
	Dicloreto de paraquat (4,0 L ha ⁻¹)	16,3 a	0,0282 a
	2,4-D dimetilamina (1,5 L ha ⁻¹)	14,1 ab	0,0273 a
	2,4-D dimetilamina (3,0 L ha ⁻¹)	12,7 b	0,0228 b
CV (%)		9,15	6,46
DMS		3,49	0,004

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa.

É válido ressaltar que o objetivo central deste estudo, foi verificar se o entrelaçamento das folhas primárias e o sintoma de fitotoxidez nas raízes de soja são causados pela aplicação de herbicidas, e para isso, foram utilizados os herbicidas paraquat e dicloreto de paraquat que são recomendados para a dessecação da soja e o 2,4-D dimetilamina, que é recomendado apenas para a dessecação em pré-plantio da soja. Não foram detectadas as folhas primárias entrelaçadas em nenhum dos tratamentos, mesmo quando se utilizou o 2,4-D dimetilamina com dosagem de 3,0 L ha⁻¹, prejudicial à qualidade, ou seja, os produtos e dosagens utilizados não causaram a anomalia buscada.

3.4 CONCLUSÕES

A utilização do 2,4-D dimetilamina na dosagem de 3,0 L ha⁻¹, causa danos irreparáveis na qualidade fisiológica das sementes de soja, acarreta o engrossamento do hipocótilo e o atrofiamento geral do sistema radicular e das folhas primárias.

Entretanto, os herbicidas paraquat, dicloreto de paraquat e 2,4-D dimetilamina, tanto na dose recomendada como em dosagem superior, não causaram a anomalia relativa a folhas primárias entrelaçadas nas plântulas resultantes, demandando assim estudos utilizados outros herbicidas.

4 CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DE SOJA COM E SEM AS FOLHAS PRIMÁRIAS ENTRELAÇADAS

Resumo: O objetivo deste trabalho foi analisar as características fisiológicas e biométricas de plântulas de soja com e sem as folhas primárias entrelaçadas, e suas implicações. Os experimentos foram conduzidos em vasos, no município de Cascavel / PR, na safra 2019/2020. Os tratamentos foram: Cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) com as folhas primárias normais; cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) com as folhas primárias entrelaçadas; cultivar 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias normais; cultivar 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias entrelaçadas. As variáveis biométricas analisadas foram o índice de velocidade de emergência (IVE), altura das plantas, massa fresca, massa seca, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso dos grãos das plantas, avaliando também a qualidade fisiológica através do teste de germinação, além de ser computado o percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas. Em todas as variáveis avaliadas obteve-se valores inferiores nas duas cultivares com as folhas primárias entrelaçadas, sendo visível a diferenças desde a emergência até a colheita das plantas. Com base nos resultados obtidos neste estudo, concluiu-se que: O encharcamento do solo favorece a manifestação do entrelaçamento das folhas primárias da soja, porém não afeta a produtividade. Para a condução do teste de germinação, envelhecimento acelerado (vigor), emergência em areia da soja, seguir as prescrições das Regras para Análises de Sementes e usar a água na quantidade recomendada, evitando assim dúvidas na avaliação e a reprovação de lotes de sementes. A produtividade foi prejudicada em tratamentos previamente identificados com as folhas primárias entrelaçadas, em ambas as cultivares estudadas. Em sementes colhidas na safra subsequente, não se evidencia o entrelaçamento das folhas primárias nas plântulas e nem sintoma de fitotoxidez nas raízes. Assim, enfatiza-se que mais estudos devem ser realizados para verificar outras origens do entrelaçamento das folhas primárias e da fitotoxidez nas raízes da soja.

Palavras-chave: Fatores abióticos. Fitotoxicidade. Ciclo fenológico. Produtividade.

PHYSIOLOGICAL AND BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF SOY WITH AND WITHOUT THE PRIMARY LEAVES INTERLATED

Abstract: The aim of this work was to analyze the physiological and biometric characteristics of soybean seedlings with and without intertwined primary leaves, and their implications. The experiments were conducted in pots, in the municipality of Cascavel / PR, in the 2019/2020 harvest. The treatments were: grow crops IPI 55I57RSF (Zeus) with normal primary leaves; grow crops IPI 55I57RSF (Zeus) with interlaced primary leaves; grow crops 58I60RSF IPRO (Spear) with normal primary leaves; grow crops IPI 58I60RSF (Spear) with interlaced primary leaves. The biometric variables analyzed were the emergence speed index (IVE), plant height, fresh weight, dry weight, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of plant grains, also evaluating the physiological quality through germination test, in addition to calculating the percentage of seedlings with intertwined primary leaves. In all the evaluated variables, lower values were obtained in the two cultivars with the interlaced primary leaves, being visible the differences from the emergence to the harvest of the plants. Based on the results obtained in this study, it was concluded that: The soaking of the soil favors the manifestation of the intertwining of the primary soybean leaves, however it does not affect productivity. To conduct the germination test, accelerated aging (vigor), emergence in soybean sand, follow the prescriptions of the Rules for Seed Analysis and use the water in the recommended amount, thus avoiding doubts in the evaluation and disapproval of seed lots. Yield was impaired in treatments previously identified with the primary leaves intertwined, in both cultivars studied. In seeds harvested in the subsequent harvest, there is no evidence of the intertwining of primary leaves on seedlings and no symptoms of phytotoxicity in the roots. Thus, it is emphasized that further studies should be carried out to verify other origins of the interlacing of primary leaves and phytotoxicity in soybean roots.

Keywords: Abiotic factors. Phytotoxicity. Phenological cycle. Productivity.

4.1 INTRODUÇÃO

A produção da soja (*Glycine max* L. Merrill), assim como todas as espécies agrícolas, é motivada pela interceptação da luz solar e a produção de biomassa. Em um lote, plântulas provenientes de sementes de elevado vigor emergem mais velozmente, tornando-se fotossinteticamente ativas antes, beneficiando o crescimento do sistema aérea e radicular. A

maior velocidade de emergência e a produção de plântulas com maior tamanho, provenientes das sementes vigorosas, podem propiciar ao dossel proveitos no bom uso de água, luz e nutrientes (MARCOS FILHO, 2015).

Para atingir o máximo potencial em condições de campo, é necessária a utilização de tecnologias adequadas para maximizar a produção, e um bom estabelecimento do estande inicial e desenvolvimento de plântulas de soja. Esses fatores são essenciais para obter o rendimento de grãos esperado, mas para atender a esses requisitos é imprescindível a utilização de sementes com qualidade física e fisiológica superior. No entanto, mesmo com a utilização de sementes de alta qualidade, as condições climáticas adversas podem comprometer o estande inicial das plantas (TAVARES et al. 2013).

A germinação e o vigor são dois dos principais elos da qualidade das sementes que podem influenciar o rendimento da cultura direta ou indiretamente. Efeitos diretos são pertinentes à capacidade distinta de plântulas incorporarem matéria seca, em virtude da diferença no nível de vigor das sementes. Os efeitos indiretos incluem aspectos ligados ao intervalo entre a semeadura e a emergência, e o estande final de plantas. Estes por sua vez, influenciam o rendimento por alterações na população de plantas, no arranjo espacial e duração do ciclo da cultura conforme Bagateli (2015).

Com utilização de insumos para implantação e manejo da cultura de qualidade, realizando as práticas agrícolas recomendadas, atentando para a regulagem e manutenção dos implementos agrícolas e com as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da cultura, sementes de qualidade são produzidas no campo. Os quatro atributos da qualidade de sementes possuem importância equivalente, entretanto, o potencial fisiológico colabora com as informações sobre a germinação e vigor, permitindo a identificação de lotes de sementes que têm maior possibilidade de oferecer desempenho almejado no decorrer do armazenamento e a campo (MARCOS FILHO, 2015).

O objetivo deste trabalho foi analisar as características fisiológicas e biométricas de plântulas de soja com e sem as folhas primárias entrelaçadas e suas implicações.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Cascavel-PR, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 24°56'39" S, longitude 53°28'03" O e altitude de 710 m, no período compreendido entre 18 de dezembro de 2019 (semeadura) a 01 abril de 2020 (colheita).

Para a implantação do experimento foram utilizados vasos de polipropileno, com capacidade de 8 kg. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2018) com a composição descrita na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados. Os tratamentos foram: Cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) com as folhas primárias normais, cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) com as folhas primárias entrelaçadas, cultivar 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias normais, cultivar 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias entrelaçadas com oito repetições, totalizando 32 parcelas.

Os dados de precipitação do período de germinação e emergências das plântulas foram obtidos da Estação Meteorológica da marca Davis[®], instalada no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG).

A semeadura foi realizada utilizando uma matriz com dez pinos de 2,5 cm, sobreposta a uma chapa com dez orifícios com o diâmetro ligeiramente superior aos dos pinos da matriz, com os quais foram feitos os sulcos onde foram depositadas as sementes, sendo uma em cada sulco. Posteriormente foram cobertas com solo.

Tabela 1 – Análise da fertilidade do solo utilizado no experimento em vasos, Cascavel-PR, Brasil, 2019.

pH	B	S	Fe	Mn	Cu	Zn	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	MO	V
CaCl ₂	----- mg / dm ³ -----					----- Cmol _c / dm ³ -----					g dm ³	%		
6,20	0,39	8,47	69,40	68,80	7,80	23,60	56,48	1,08	10,27	2,00	2,36	15,71	35,26	84,98

Analisado no Solanalise - Central de Análises Ltda de Cascavel / PR, em 12/12/2019.

As necessidades hídricas das plantas foram supridas adequadamente durante todo o período experimental, com adição de água pela superfície, em quantidade suficiente para manter o solo úmido.

O raleio foi realizado quinze dias após a semeadura, onde foram deixadas apenas quatro plantas por vaso. O raleio foi realizado utilizando uma tesoura de ponta, com a qual as plantas foram cortadas ao nível do coleto. Com essas plantas foi realizada a determinação de massa fresca e seca de cada parcela.

Durante todo o ciclo da cultura foi realizado o controle de doenças fúngicas e insetos com produtos fitossanitários devidamente cadastrados e registrados para cultura da soja juntamente a ADAPAR, utilizando as dosagens prescritas em bula.

As variáveis biométricas analisadas foram índice de velocidade de emergência (IVE), altura das plantas, massa fresca, massa seca, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso dos grãos das plantas, avaliando também a qualidade fisiológica através do teste

de germinação e também computando o percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas no vaso e no teste de germinação em rolo de papel.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado através de avaliações diárias do número de plântulas emergidas, até a estabilização no nono dia após a semeadura, conforme Maguire (1962). $IVG = N1/DQ + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$. Onde: IVG = índice de velocidade de emergência; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

A altura das plantas foi obtida por meio da medida da distância entre o coleto da planta e o ápice das folhas no décimo quinto dia após a semeadura e da haste principal no momento da colheita com o auxílio de uma trena e os resultados expressos em centímetros.

Com as plantas oriundas do raleio foi realizada a determinação de massa fresca, onde, logo após o corte as plantas sem os cotilédones foram acondicionadas em embalagens plásticas, devidamente identificadas e levadas para laboratório e pesadas e os resultados expressos em gramas por planta. Após a determinação da massa fresca, as plantas foram acondicionadas em embalagem de papel e depositadas em estufa com circulação de ar forçado, regulada a 80 °C, por 24 horas, passado esse período, foram colocadas para esfriar em um dessecador e posteriormente pesadas para determinar a massa seca que foi expressa em gramas (g) por planta (NAKAGAWA, 1999).

O número de vagens por planta foi determinado fazendo-se a contagem das mesmas, e o número de grãos por vagem foi realizado contando o número de grãos presentes em três vagens do terço inferior e superior e quatro vagens do terço médio.

O peso dos grãos das plantas foi obtido com a pesagem dos mesmos após a debulha de todas as vagens das quatro plantas de cada vaso, e os resultados expressos em gramas.

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo Mangelsdorf, sob temperatura constante de 25 ± 2 °C, em substrato rolo de papel filtro, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,6 vezes a massa do substrato seco. As avaliações foram efetuadas no quinto dia após a instalação do teste, seguindo os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A avaliação para determinação do percentual de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas, foi efetuado no vaso e juntamente com o teste de germinação, seguindo prescrição da RAS (2009), fazendo a abertura dos cotilédones das plântulas para visualizar o desenvolvimento da plúmula (primeiro primórdio foliar ou folhas primárias), computando-se o número de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas e os resultados expressos em percentual.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2014), e as cultivares com e sem entrelaçamento das folhas primárias foram analisadas de forma independente.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) não houve diferença significativa entre as folhas primárias normais e folhas primárias entrelaçadas na cultivar 58I60RSF IPRO (Lança). Foi observada diferença apenas na cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus), onde as sementes que tiveram menor IVE foram aquelas que apresentavam as folhas primárias entrelaçadas (Tabela 2). Isso evidencia que tais sementes apresentaram uma emergência de forma lenta do que as que não apresentaram a anomalia. Ou seja, sementes oriundas de plantas que apresentaram entrelaçamento demoram mais para emergir, com isso ficam expostas por mais as condições vulneráveis do ambiente.

Para a altura de plantas, houve diferença estatística entre os resultados obtidos nas plantas com as folhas primárias normais com as folhas primárias entrelaçadas, nas duas cultivares, onde as plantas com as folhas primárias normais apresentaram altura 95 e 119 % maior do que as plantas com as folhas primárias entrelaçadas no décimo quinto dia após a semeadura. Isso evidencia a importância do rápido desenvolvimento e expansão das folhas verdadeira começa a realizar fotossíntese e produzir os fotoassimilados que fornecerão energia a planta, essenciais para o crescimento e a reprodução (TAIZ et al. 2017).

No que refere aos resultados de plântulas com folhas primárias entrelaçadas (P. F. P. E (nº)) era esperada a diferença estatística nas duas cultivares, com zero de entrelaçamento das normais e 100% nas com entrelaçamento das folhas, porém os resultados foram diferentes, na 55I57RSF IPRO (Zeus) 0,3 e na 58I60RSF IPRO (Lança) 3,3 plântulas com as folhas primárias entrelaçadas. Isso deve-se ao elevado volume de chuvas entre a semeadura e a emergência (93,36 mm) que proporcionou o encharcamento do solo, fato esse que favoreceu o surgimento de plúmulas entrelaçadas mesmo nos tratamentos que apresentavam as folhas primárias normais. Segundo relatos de Kerbauy (2012) a falta de oxigênio (O₂) no solo eleva a quantidade do ácido 1-aminociclopropano carboxílico produzidos nas raízes, que na parte aérea, é sintetizado em etileno. A grande quantidade de etileno reduz o crescimento das folhas devido a orientação dos microtúbulos leva a mudança em paralelo na deposição das microfibrilas de celulose longitudinalmente, bloqueando o alongamento celular (TAIZ et al., 2017).

Na massa fresca e massa seca os resultados seguiram a mesma tendência, apresentando diferença estatística nas duas cultivares, onde as plântulas com o entrelaçamento das folhas primárias apresentaram valores inferiores no acúmulo de massa fresca (80,5%) e massa seca (85,0%). Esses resultados evidenciam a importância da utilização de sementes com elevada qualidade fisiológica e sem deformações, pois neste contexto as Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), classificam as folhas primárias deformadas como plântula anormal.

Tabela 2 – Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Altura das Plantas (cm), Plântulas com Folhas Primárias Entrelaçadas (P. F. P. E (n°)), Massa Fresca (g) e Massa Seca (g) dos tratamentos combinando cultivar de soja, com e sem entrelaçamento das folhas primárias, conduzidos em vasos, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Cultivar	Folhas Primárias	IVE	Altura das Plantas (cm)	P. F. P. E. (n°)	Massa Fresca (g)	Massa Seca (g)
55I57RSF IPRO (Zeus)	Normais	1,82 a	19,1 a	0,3 a	1,86 a	0,22 a
	Entrelaçadas	1,42 b	9,8 b	8,5 b	0,44 b	0,04 b
58I60RSF IPRO (Lança)	Normais	1,74 a	17,1 a	3,3 a	1,37 a	0,17 a
	Entrelaçadas	1,50 a	7,8 b	8,6 b	0,21b	0,02 b
CV (%)		15,38	38,71	76,41	73,67	82,64
DMS		0,25	5,31	4,02	0,73	0,09

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa. IVE: Índice de Velocidade de Emergência. P. F. P. E.: Plântulas com Folhas Primárias Entrelaçadas.

Kolchinski, Schuch e Peske (2006), observaram que o elevado vigor das sementes propiciou maior crescimento das plantas de soja nos períodos de 10 a 30 dias após a emergência (DAE), conseqüentemente tendo uma maior eficiência metabólica no período, resultando numa maior área foliar e produção de matéria seca. Corroborando, Bagateli et al. (2019), observaram que ocorreu incremento no desempenho vegetativo e reprodutivo da cultura em função do nível de vigor das sementes, e cada ponto porcentual de aumento no nível de vigor dos lotes pode resultar num acréscimo de até 28 kg ha⁻¹ no rendimento de grãos.

Os dados apresentados na Tabela 3, seguem a mesma linha de tendência da Tabela 2. Os tratamentos que apresentavam as folhas primárias entrelaçadas expressaram resultados inferiores nas duas cultivares, na maioria das variáveis avaliadas. Dentre estas variáveis é importante observar o número de hastes por planta foram maiores, onde 100% das plantas apresentavam as folhas primárias entrelaçadas. Ou seja, com o entrelaçamento das folhas primárias que não se desenvolveram, ocorreu a perda da dominância apical e as gemas laterais junto aos cotilédones se desenvolveram. De acordo com Taiz et al. (2017), quando a dominância apical é perdida, a planta torna-se altamente ramificada.

Nos componentes responsáveis pela produtividade da cultura foi possível verificar o quanto o entrelaçamento das folhas primárias afetou o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem (Tabela 3) e, conseqüentemente, interferiu na produtividade. Isso é explicado por Ferreira e Borghetti (2004), que enfatizam que após a germinação, o crescimento da plântula faz com que ela consiga promover a síntese de moléculas de clorofila e assim realizar a fotossíntese. Plântulas bem desenvolvidas potencialmente levam a um melhor crescimento e desenvolvimento inicial da cultura, melhorando as características agrônômicas e também a produtividade (ALBRECHT et al., 2011).

Tabela 3 – Altura das Plantas na Colheita (A. P. C. (cm)), Inserção da primeira vagem (cm), Hastes por Planta (n°), Vagens por Planta (n°) e Grão por Vagem (g) dos tratamentos combinando cultivar de soja, com e sem entrelaçamento das folhas primárias, conduzidos em vasos, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Cultivar	Folhas Primárias	A.P.C. (cm)	Inserção da 1ª Vagem (cm)	Hastes por planta (n°)	Vagem por planta (n°)	Grãos por Vagem (n°)
55I57RSF	Normais	49,88 a	10,91 a	1,00 a	20,53 a	2,45 a
I PRO (Zeus)	Entrelaçadas	42,94 b	10,66 a	1,31 b	16,56 b	2,38 a
58I60RSF	Normais	44,31 a	14,00 a	1,16 a	21,72 a	2,16 a
I PRO (Lança)	Entrelaçadas	37,38 b	11,28 b	1,38 b	14,78 b	1,70 b
CV (%)		11,95	16,93	14,27	13,33	9,91
DMS		5,34	2,03	0,18	2,51	0,22

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa. A. P. C.: Altura das Plantas na Colheita.

Durante o período de cultivo houve um ataque de ácaro e muitas plantas acabaram morrendo e não completando o enchimento dos grãos, porém as plantas foram colhidas e pesadas para verificar a diferença obtida quando da presença das plântulas com as folhas primárias entrelaçadas. A Tabela 4 demonstra a diferença entre os tratamentos e nas duas cultivares foram de 100%, indicando que as plantas com folhas primárias normais produziram quase o dobro em relação às plantas que as folhas primárias apresentavam problemas de entrelaçamento.

No teste de germinação em rolo de papel nas plântulas oriundas das sementes colhidas no experimento não foi verificado o entrelaçamento das folhas primárias conforme os dados da Tabela 4 e da Figura 1. Por conseguinte, o entrelaçamento das folhas primárias e também o sintoma de fitotoxidez observado nas raízes das plântulas das duas cultivares com as folhas primárias entrelaçadas, talvez possam ser atribuídos aos resíduos de produtos utilizados na produção das sementes da safra 2018/2019, necessitando assim de mais investigação.

Tabela 4 – Peso dos grãos das Planta (g) conduzidos em vasos, Germinação (n°) e Plântulas com as Folhas Primárias Entrelaçadas (g) no rolo de papel, dos tratamentos combinando cultivar de soja, com e sem entrelaçamento das folhas primárias, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Cultivar	Folhas Primárias	Peso dos Grãos das Plantas (g)	Germinação (%)	P. F. P. E. (n°)*	P. F. P. E. (n°)**
55I57RSF	Normais	27,25 a	94 a	0 a	0,0 a
IPRO (Zeus)	Entrelaçadas	15,88 b	88 a	100 b	0,0 a
58I60RSF	Normais	16,63 a	91 a	0 a	0,0 a
IPRO (Lança)	Entrelaçadas	9,25 b	99 a	100 b	0,0 a
CV (%)		17,17	12,07	50,00	0,00
DMS		3,03	11,47	0,00	0,00

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa. IVE: Índice de Velocidade de Emergência. P. F. P. E.: Plântulas com Folhas Primárias Entrelaçadas. * Safra 2018/2019. ** Safra 2019/2020.

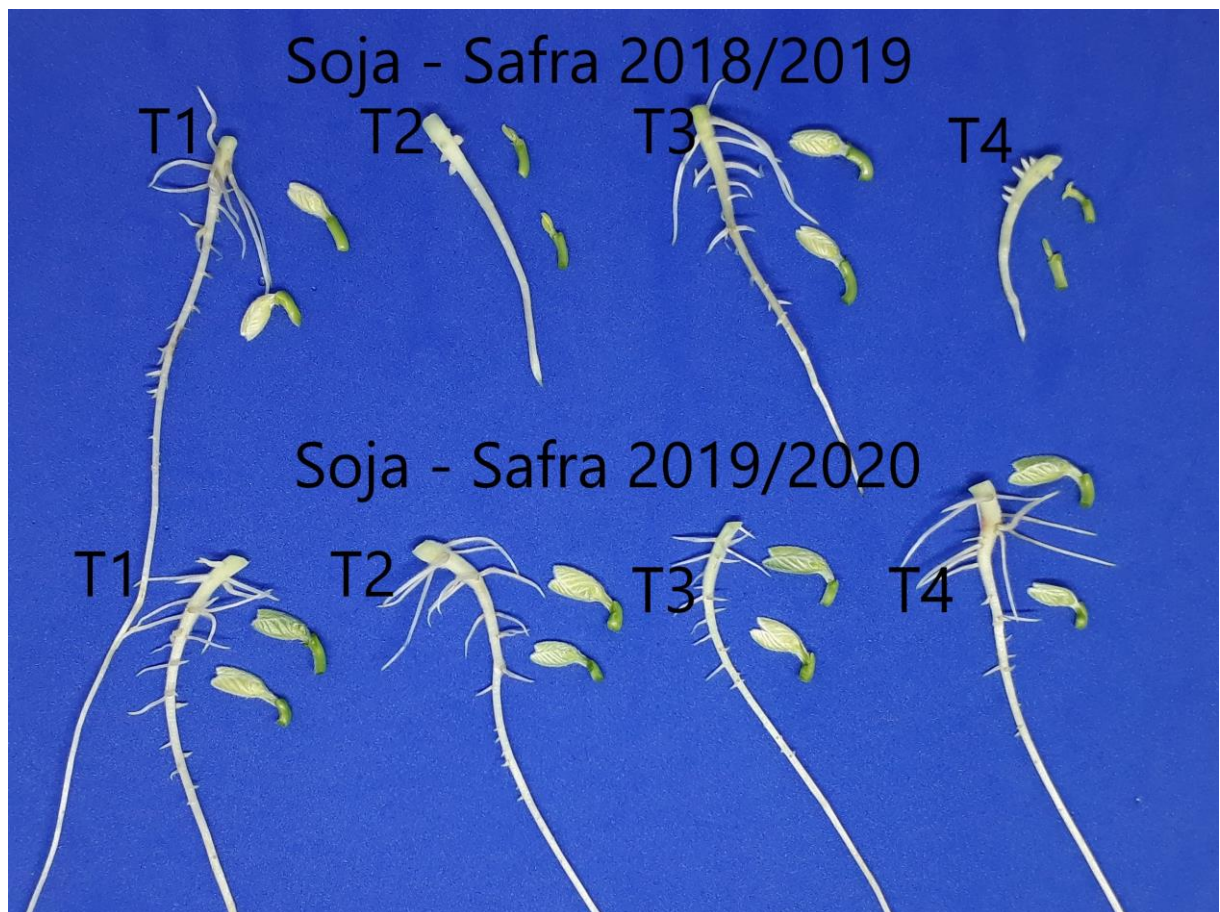


Figura 1 – Plântulas oriundas do teste de germinação dos quatro tratamentos (T1 = Cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) com as folhas primárias normais, T2 = Cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus) com as folhas primárias entrelaçadas, T3 = Cultivar 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias normais, T4 = Cultivar 58I60RSF IPRO (Lança) com as folhas primárias entrelaçadas), das sementes da safra 2018/2019 que deram origem as plântulas da safra 2019/2020.



Figura 2 – Condução do experimento, sendo a Cultivar A com folhas primárias normais o T1, com folhas primárias entrelaçadas o T2, Cultivar B com folhas primárias normais o T3, com folhas primárias entrelaçadas o T4, safra 2019/2020.

A visível diferença de vigor das plântulas, entre os diferentes tratamentos observado nas Figuras 1 e 2, justifica os resultados obtidos no desempenho agrônômico das cultivares de soja do presente experimento.

4.4 CONCLUSÕES

O encharcamento do solo favorece a manifestação do entrelaçamento das folhas primárias da soja, porém não afeta a produtividade.

Para a condução do teste de germinação, envelhecimento acelerado (vigor), emergência em areia da soja, seguir as prescrições das Regras para Análises de Sementes e usar a água na quantidade recomendada, evitando assim dúvidas na avaliação e a reprovação de lotes de sementes.

A produtividade foi prejudicada em tratamentos previamente identificados com as folhas primárias entrelaçadas, em ambas as cultivares estudadas.

Em sementes colhidas na safra subsequente, não se evidencia o entrelaçamento das folhas primárias nas plântulas e nem sintoma de fitotoxidez nas raízes.

Assim, enfatiza-se que mais estudos devem ser realizados para verificar outras origens do entrelaçamento das folhas primárias e da fitotoxidez nas raízes da soja.

5 CAPÍTULO 4: RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E REPETITIBILIDADE DE PLÂNTULAS COM AS FOLHAS PRIMÁRIAS ENTRELAÇADAS

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de lotes com diferentes níveis de qualidade originados de produção legalizada de sementes e grãos salvos e averiguar se há reincidência das folhas primárias entrelaçadas na geração seguinte. O experimento à campo foi realizado na Linha Capanema, município de Realeza, no estado do Paraná. A cultivar utilizada foi a 55I57RSF IPRO (Zeus) de diferentes origens, sendo elas definidas como os tratamento, T1 – Lote de sementes produzidas em Santa Catarina, T2 – Lote de sementes produzidas no Paraná, T3 – Grãos salvos previamente identificados com as folhas primárias entrelaçadas, T4 – Grãos salvos com as folhas primárias normais e T5 – Grãos salvos com as folhas primárias normais, estressados em embalagem plástica fechada, sob sol por dois dias. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e sete repetições, totalizando 35 parcelas. As variáveis analisadas foram estande inicial e final, altura das plantas 35 dias após a semeadura e na colheita, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grão por vagem no terço superior, terço médio e terço inferior das plantas, produtividade e plântulas com as folhas entrelaçadas nas sementes colhidas. Em quase todas as variáveis avaliadas, o tratamento 3 apresentou resultados inferiores aos demais tratamentos, sendo que na produtividade, a diminuição foi de até 72% em comparação com os demais tratamentos. Apenas apresentou resultado superior na germinação, e isso está relacionados ao ciclo que se alongou em oito dias, e as sementes não estavam em maturidade fisiológica quando da ocorrência de chuvas que afetaram a qualidade fisiológica dos demais tratamentos. Conclui-se que a produtividade da soja é severamente prejudicada quando se utiliza sementes sem identidade e de qualidade inferior. O entrelaçamento de plúmulas (primeiro primórdio foliar ou folhas primárias) não repetiu na geração subsequente. Deve ser investigado mais detalhadamente este tipo de problema, uma vez que é indicativo de redutor de potencial fisiológico e de produtividade.

Palavras-chave: Anomalia. Níveis de qualidade. Desempenho produtivo.

YIELD OF SOYBEANS AND REPETITIBILITY OF SEEDLINGS WITH PRIMARY LEAVES INTERLATED

Abstract: The objective of this work was to evaluate the performance of lots with different levels of quality originating from legalized production of saved seeds and grains and to verify if there is a recurrence of the interlaced primary leaves in the next generation. The field experiment was carried out on the Capanema Line, municipality of Realeza, in the state of Paraná. The cultivar used was 55I57RSF IPRO (Zeus) from different origins, being defined as the treatment, T1 - Lot of seeds produced in Santa Catarina, T2 - Lot of seeds produced in Paraná, T3 - Saved grains previously identified with the primary leaves interlaced, T4 - Grains saved with normal primary leaves and T5 - Grains saved with normal primary leaves, stressed in closed plastic packaging, under sun for two days. The experimental design used was randomized blocks (DBC), with five treatments and seven repetitions, totaling 35 plots. The variables analyzed were initial and final stand, height of plants 35 days after sowing and at harvest, height of insertion of the first pod, number of pods per plant, number of grains per pod in the upper third, middle third and lower third of the plants, productivity and seedlings with leaves intertwined in the harvested seeds. In almost all the variables evaluated, treatment 3 showed lower results than the other treatments, and in productivity, the decrease was up to 72% compared to the other treatments. It only showed superior results in germination, and this is related to the cycle that stretched over eight days, and the seeds were not in physiological maturity when rain occurred, which affected the physiological quality of the other treatments. It is concluded that soybean productivity is severely impaired when using seeds with no identity and inferior quality. The entanglement of seedlings (first leaf primordium or primary leaves) did not repeat in the subsequent generation. This type of problem should be investigated in more detail, as it is indicative of a reduction in physiological potential and productivity.

Keywords: Anomaly. Quality levels. Productive performance.

5.1 INTRODUÇÃO

A semente é base da agricultura moderna e tem um valor intangível, sendo resultado de altivos investimentos pela pesquisa em novas tecnologias. Com alto nível tecnológico dos sistemas de produção agrícola, aumenta-se a reivindicação por sementes de elevada

performance, fazendo os produtores de sementes a procurarem excelência na produção (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012).

Grãos que germinam são produzidos por qualquer agricultor e em qualquer fazenda (BAGATELI, 2015). Sementes são produzidas por produtores profissionais e qualificados que, constantemente, abraçam o uso de um elevado nível tecnológico de produção e empregam um alto capital intelectual, produzindo sementes com elevados atributos fisiológicos, sanitários, físicos e com genética superior (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

A qualidade fisiológica das sementes é um assunto amplamente discutido devido à sua extrema importância na agricultura. Os efeitos da qualidade fisiológica relacionam-se a vários aspectos, como crescimento inicial, desempenho, uniformidade da planta e rendimento de grãos que têm sido extensivamente estudados (TAVARES et al., 2013; CANTARELLI et al., 2015).

O emprego de lotes de sementes de soja com baixa qualidade fisiológica resulta em perdas consideráveis, perceptíveis desde a implementação até a colheita (SCHEEREN et al., 2010). Outra preocupação é a baixa uniformidade das plantas, o que pode reduzir a eficácia das práticas de cultivo (CANTARELLI et al., 2015).

A produtividade da soja é definida desde o início do ciclo, até a colheita, pois os componentes diretamente relacionados à produtividade são formados em diferentes fases (GLIER et al., 2015). Além disso, o uso de sementes com alta qualidade fisiológica reflete positivamente não apenas na planta, mas no estande como um todo, conforme verificado por Tavares et al. (2013). Segundo Bagateli (2015) a utilização de lotes de sementes com nível de vigor de 95 % incrementa a produtividade em até 842 kg ha⁻¹, provocando acréscimos superiores a 35% no rendimento de grãos de soja.

Atualmente, em diversas regiões produtoras no Brasil em cultivares dos mais variados obtentores, tem-se observado, sobretudo nos testes de germinação, envelhecimento acelerado (vigor) e emergência em areia, plântulas de soja com entrelaçamento das folhas primárias (plúmulas). Na literatura existem relatos de possíveis estresses abióticos que podem estar relacionados com essa anomalia, além do uso de auxinas sintéticas que afetam o balanceamento hormonal (KERBAUY (2012); TAIZ et al. (2017)).

Acredita-se que plântulas de soja que apresentam este tipo de folhas primárias (plúmulas) entrelaçadas podem apresentar desempenho distinto de produtividade, quando comparadas às folhas primárias normais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de lotes com diferentes níveis de qualidade originados de produção legalizada de sementes e grãos salvos e averiguar se há reincidência das folhas primárias entrelaçadas na geração subsequente.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento à campo foi implantado na Linha Capanema, município de Realeza, no estado do Paraná, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 25°45'32" S, longitude 53°36'00" W e altitude de 293 m.

O solo da área experimental foi classificado como sendo um Nitossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2018). De acordo com os Dados da Rede Agroclimatológica do IAPAR, a temperatura mínima média entre os meses de outubro de 2019 e março de 2020 foi de 16,8 °C e a média máxima 27,8 °C, e precipitação média de 173,9 mm nos meses do mesmo período (SIMEPAR, 2020).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e sete repetições, totalizando 35 parcelas de quatro m². As parcelas foram compostas por 4 linhas de 2 m de comprimento.

Os tratamentos foram compostos por cinco lotes de diferentes origens da cultivar 55I57RSF IPRO (Zeus), sendo: T1 – Lote de sementes produzidas em Santa Catarina, T2 – Lote de sementes produzidas no Paraná, T3 – Grãos salvos previamente identificados com as folhas primárias entrelaçadas, T4 – Grãos salvos com as folhas primárias normais e T5 – Grãos salvos com as folhas primárias normais, estressados em embalagem plástica fechada, sob sol por dois dias

A cultura anteriormente cultivada na área experimental era milho. Para a dessecação pré semeadura foi utilizado Roundup WG[®] (3 Kg alq⁻¹), Aminol 806[®] (3 L alq⁻¹), e sete dias depois Paraquat 200 SL Alamos[®] (5 L alq⁻¹), na pré-emergência de Roundup WG[®] (3 Kg alq⁻¹), e Verdict Max[®] (60 mL alq⁻¹).

A semeadura foi realizada no dia 27 de outubro de 2019, utilizando uma semeadora manual tipo matraca, nas linhas já adubadas com fertilizante mineral misto, composto por NPK (02-20-15), Ca (12%), SO₄ (2,99%), B (0,10%), Cu (0,02%), Mn (0,10%), Zn (0,10%), na quantidade de 300 kg ha⁻¹. Foram distribuídas em torno de 28 sementes por metro quadrado. A emergência ocorreu cinco dias após a semeadura.

Durante todo o ciclo da cultura foi realizado o controle de plantas invasoras, doenças fúngicas e insetos, com produtos fitossanitários devidamente cadastrados e registrados para cultura da soja juntamente a ADAPAR, utilizando as dosagens prescritas em bula.

O ciclo total das plantas do T3 foi de 140 dias, enquanto nos demais tratamentos foi de 132 dias. A colheita e a debulha foram realizadas manualmente.

As variáveis analisadas foram estande inicial e final, altura das plantas 35 dias após a semeadura (DAS) e na colheita, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por

planta, número de grãos por vagem no terço superior, terço médio e terço inferior das plantas, produtividade e plântulas com as folhas entrelaçadas nas sementes colhidas.

As avaliações da altura das plantas 35 dias após a semeadura e no momento da colheita e altura da inserção da primeira vagem foram realizadas com o auxílio de uma régua milimétrica e os resultados expressos em centímetros.

Para a avaliação do número de vagem por planta, foram selecionadas aleatoriamente dez plantas. Já o número de grãos por vagem foi realizado em quatro plantas, sendo computados o número de grãos de três vagens no terço superior e inferior e quatro vagens no terço médio das plantas. Após debulhadas as vagens, as mesmas foram pesadas e o valor extrapolado para kg ha^{-1} .

O teste de germinação foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes Vigorteste, em Cascavel / PR, em germinador tipo Mangelsdorf, sob temperatura constante de 25 ± 2 °C, em substrato rolo de papel filtro, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,6 vezes a massa do substrato seco. As avaliações foram efetuadas no quinto dia após a instalação do teste, seguindo os critérios das Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

Foi determinado o percentual de plântulas normais no teste de germinação e no momento de abertura dos cotilédones das plântulas, como prescreve a RAS (BRASIL, 2009) para identificar a conformidade da plúmula (folhas primárias) e foi computado também o número de plântulas com as folhas primárias entrelaçadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2014).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram claramente que a baixa qualidade reflete em todas as variáveis avaliadas no T₃. O estande inicial está diretamente relacionado com o potencial fisiológico, principalmente, o vigor da semente utilizada para a instalação do campo de produção. Schuch et al. (2000), consideram que a estatura inicial das plântulas pode proporcionar a maximização da exploração do ambiente, favorecendo o seu desenvolvimento.

O baixo nível de vigor das sementes interfere na germinação das sementes de formas diferentes, sendo, na redução da velocidade de germinação, elevação da heterogeneidade de desenvolvimento das plântulas e aumento do percentual de plântulas anormais, além da gravidade da anormalidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Tabela 1 – Valores médios do Estande Inicial e Final, Altura das Plantas 35 Dias Após a Semeadura (DAS) e na Colheita e Inserção da Primeira Vagem dos diferentes tratamentos, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Tratamentos	Estande Inicial (m)	Estande Final (m)	Altura da planta 35 DAS (cm)	Altura da planta na Colheita (cm)	Inserção 1ª Vagem (cm)
1	9,93 b	9,89 b	39,39 a	72,64 a	9,43 ab
2	10,93 ab	10,89 ab	39,18 a	72,46 a	10,29 a
3	6,82 c	3,14 c	10,22 b	47,82 b	7,93 b
4	13,36 a	13,21 a	41,09 a	75,14 a	10,64 a
5	12,43 ab	11,82 ab	40,13 a	74,00 a	10,68 a
CV (%)	18,07	17,96	9,94	5,74	14,75
DMS	2,99	2,73	5,24	6,09	2,24

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa. Tratamentos: T1 – Lote de sementes produzidas em Santa Catarina, T2 – Lote de sementes produzidas no Paraná, T3 – Grãos salvos previamente identificados com as folhas primárias entrelaçadas, T4 – Grãos salvos com as folhas primárias normais e T5 – Grãos salvos com as folhas primárias normais, estressados em embalagem plástica fechada, sob sol por dois dias.

Ficou demonstrado na Tabela 2 que em todas as variáveis analisadas, o tratamento 3 apresentou resultados inferiores, porém não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos para o número de vagens por plantas e no número de grãos por vagem no terço inferior. No entanto, no terço médio e terço superior os resultados diferiram significativamente.

Tabela 2 – Valores médios do Número de Vagem por Planta e o Número de Grãos por Vagem no Terço Superior, Médio e Inferior, dos diferentes tratamentos, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Tratamentos	Vagem por Planta (n°)	Grãos por vagem Terço Superior (n°)	Grãos por vagem Terço Médio (n°)	Grãos por vagem Terço Inferior (n°)
1	42,83 a	2,57 ab	2,79 ab	2,50 a
2	44,31 a	2,71 a	2,88 a	2,56 a
3	37,32 a	2,37 b	2,58 b	2,24 a
4	40,09 a	2,62 ab	2,79 ab	2,35 a
5	42,43 a	2,69 a	2,73 ab	2,54 a
CV (%)	18,06	7,37	5,83	8,48
DMS	11,59	0,30	0,25	0,32

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa. Tratamentos: T1 – Lote de sementes produzidas em Santa Catarina, T2 – Lote de sementes produzidas no Paraná, T3 – Grãos salvos previamente identificados com as folhas primárias entrelaçadas, T4 – Grãos salvos com as folhas primárias normais e T5 – Grãos salvos com as folhas primárias normais, estressados em embalagem plástica fechada, sob sol por dois dias.

O número de vagens por plantas do T₃ foi muito parecido com os demais tratamentos, pois devido ao estande final ser menor, houve uma compensação no número de vagens, mesmo com plantas de altura inferior. Dados similares foram obtidos por Scheeren et al. (2010), ao observarem que plantas de soja provenientes de sementes de alto vigor apresentavam maiores estaturas inicial e rendimento de grãos.

Na massa de cem grãos (Tabela 3), o T₃ não apresentou diferença perante aos demais tratamentos, mesmo sendo inferior, e devido ao estande final de plantas, a produtividade obtida neste tratamento foi em torno de 72% menor, demonstrando que o entrelaçamento das folhas

primárias pode prejudicar severamente a produtividade. De acordo com as Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) plântulas com as folhas primárias deformadas são classificadas como plântula anormal.

Conforme Carvalho e Nakagawa (2012) a influência do vigor das sementes pode propiciar reduções significativas na produção, e isso ficou evidente em estudos realizados em 1973 por Popinigis, que obteve uma redução de 14% na produção de soja quando comparava características agrônômicas em sementes de diferentes níveis de vigor. De acordo com Cantarelli et al., (2015) o uso de sementes com baixo vigor influenciam negativamente a produtividade, por mais que o ambiente e os tratos culturais sejam ideais a produção.

Na avaliação do teste de germinação em rolo de papel das sementes colhidas neste experimento, para verificar a repetibilidade do entrelaçamento das folhas primárias das plântulas do tratamento 3, não foi observado nenhuma plântula com o problema. Diante destes resultados, a hipótese é que pode ter havido o uso de agroquímicos não recomendados na condução da produção das sementes utilizadas nesse tratamento (T₃) na safra 2018/2019.

Corroborando a literatura indicou que Toledo, Cavariani e França Neto (2012), obtiveram o comprimento da raiz primária, do hipocótilo e total das plântulas de soja reduzido pela aplicação de glifosato como dessecante em pré-colheita. Funguetto et al. (2004) esclareceram que, na presença do glifosato, os processos fisiológicos capazes de garantir o desenvolvimento das plântulas de cultivares não modificados geneticamente são drasticamente afetados. Fato não atribuído a este estudo, pois utilizou-se cultivares de tecnologia IPRO (geneticamente modificadas com resistência ao glifosato). Bülow e Cruz-Silva (2012) verificaram efeitos fitotóxicos, traduzidos por menor desenvolvimento das raízes de plântulas, causados pela aplicação de glifosato após aplicações do herbicida na pré-colheita de cultivares convencionais de soja. Daltro et al. (2010) em seus experimentos constataram que glifosato provoca danos por fitotoxicidade no sistema radicular de plântulas de soja, afetando negativamente o desempenho da semente quando trabalhou com sementes de soja convencionais. O mesmo foi observado por Toledo, Cavariani e França Neto (2012), onde a dessecação das plantas de soja em pré-colheita com glifosato causa redução da germinação das sementes e do desenvolvimento inicial das plântulas. Porém, nenhum dos experimentos mencionados se referiram às folhas primárias entrelaçadas.

Quanto aos resultados do teste de germinação, o percentual de plântulas normais foi superior no T₃, provavelmente, devido ao atraso no crescimento e maturidade fisiológica. Consoante com Carvalho e Nakagawa (2012), o atraso na emergência e crescimento inicial das plantas que pode retardar o início do florescimento. Esse fenômeno foi observado neste

experimento, quando se tratou do crescimento inicial e o florescimento, onde o ciclo total do T₃ foi de 140 dias e dos demais tratamentos 132 dias entre a semeadura e a colheita.

Tabela 3 – Valores médios da Massa de Cem Grãos (g), Produtividade (kg ha⁻¹), Plântulas com as Folhas Primárias Entrelaçadas (%) e Germinação (%) (Plântulas Normais, Anormais e Sementes Mortas), dos diferentes tratamentos, Cascavel-PR, Brasil, 2020.

Tratamentos	Massa de Cem Grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Plântulas com as Folhas Primárias entrelaçadas (%)	Germinação (%)		
				Normais	Anormais	Mortas
1	16,25 a	3.162 a	0 a	22 b	23 a	55 b
2	16,54 a	3.282 a	0 a	34 b	21 a	45 b
3	16,03 a	1.022 b	0 a	74 a	15 a	11a
4	16,40 a	3.743 a	0 a	33 b	20 a	47 b
5	15,98 a	3.558 a	0 a	24 b	22 a	54 b
CV (%)	6,17	21,57	50,00	32,48	27,64	27,54
DMS	1,55	988,26	0,00	18,85	8,69	18,06

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa. Tratamentos: T1 – Lote de sementes produzidas em Santa Catarina, T2 – Lote de sementes produzidas no Paraná, T3 – Grãos salvos previamente identificados com as folhas primárias entrelaçadas, T4 – Grãos salvos com as folhas primárias normais e T5 – Grãos salvos com as folhas primárias normais, estressados em embalagem plástica fechada, sob sol por dois dias.

Outro detalhe, visualmente as plantas dos tratamentos 1, 2, 4 e 5 estavam com as hastes verdes, continham algumas folhas verdes e grande parte das vagens estava abertas no momento da colheita. Além disso, após o ponto de maturidade fisiológica (R7) destes tratamentos, ocorreram períodos de chuvas, que elevaram ainda mais os problemas da deterioração das sementes, diferindo do tratamento 3, que propiciou a este, melhor qualidade as sementes devido ao atraso na colheita pelo alongamento no ciclo.

5.4 CONCLUSÕES

Neste estudo conclui-se que:

O entrelaçamento das folhas primárias (plúmulas) não se repetiu na geração subsequente.

A produtividade da soja é severamente prejudicada quando se utiliza sementes sem identidade e de qualidade inferior.

Deve ser investigado mais detalhadamente este tipo de problema, uma vez que é indicativo de redutor de potencial fisiológico e de produtividade.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições que foram realizados os experimentos conclui-se que:

O teor de água utilizado para umedecer o substrato para a condução dos testes de germinação pode causar entrelaçamento das folhas primárias em plântulas de soja e este tipo de plântula reduz a produtividade.

Nas sementes da geração seguinte não ocorre o entrelaçamento das folhas primárias.

A utilização do 2,4-D na dosagem $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ acarreta danos irreparáveis ao potencial fisiológico das sementes de soja, com o engrossamento do hipocótilo e o atrofiamento geral do sistema radicular e de folhas primárias.

No momento de avaliação em sementes de soja, sobretudo, nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado (vigor), seguir a prescrição da Regras para Análises de Sementes (RAS) e abrir os cotilédones para a visualização do desenvolvimento de plúmulas (folhas primárias), porque quando entrelaçadas têm potencial de causar prejuízos à qualidade fisiológica.

Estudos adicionais devem ser realizados para verificar outras origens do entrelaçamento das folhas primárias e da fitotoxidez nas raízes da soja.

7 REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, v.27, n.6, p. 865-876, 2011.
- ALMEIDA, E. M.; DIJKSTRA, D.; RIBEIRO, F. N.; SOUSA, R. M.; ZANATA, F. A.; MACHADO, A. S.; RIOS, A. D. F. O uso de reguladores de crescimento vegetal em plantas forrageiras. **Nutritime**, v.12, n.5, p. 4302-4308, 2015.
- APELBAUM, A; BURG, S. P. Effect of ethylene on cell division and deoxyribonucleic acid synthesis in *Pisum sativum*. **Plant Physiology**. v.50, n.1, p. 117-124, 1972.
- ASSOCIATION OS OFFICIAL SEED ANALYSTIS – AOSA. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.
- BAGATELI, J. R. **Desempenho produtivo da soja originada de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2015. 24 p.
- BAGATELI, J. R.; DÖRR, C. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. **Journal of Seed Science**, v.41, n.2, p.151-159, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- BÜLOW, R. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Desseccantes aplicados na pré-colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, v.1, n.1, p.67-75, 2012.
- CANTARELLI, L.D.; SCHUCH, L.O.B.; RUFINO, C.A.; TAVARES, L.C.; VIEIRA, J.F. Physiological seeds quality: spatial distribution and variability among soybean plant population. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.344-351, 2015.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ª ed. FUNEP. Jaboticabal, 2012. 590 p.
- CELLA, V.; SILVA, J.F.; AZEVEDO, P.H.; AZEVEDO, V.H.; HOFFMAN, L.L. Efeito da dessecação em estádios fenológicos antecipados na cultura da soja. **Bioscience Journal**, v.30, n.5, p.1364-1370, 2014.
- CONAB COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. v. 7. Safra 2019/2020 n. 10 – Décimo levantamento. Brasília, julho, 2020. 28 p.
- DALTRO, E. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; FRANÇA-NETO, J. B.; GUIMARÃES, S. C.; GAZZEIRO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de desseccantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p. 111-122, 2010.
- DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor de sementes. **Revista Seednews**, v.6. p. 1-7. 2002.

- DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p. 321-329, 2012.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2014**. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, n.16) – Londrina, 2013. 265 p.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., Brasília, 2018. 356 p.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005, 221 p.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Circular Técnica nº 48. EMBRAPA. Londrina, 2007. 9 p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, 2004. 323 p.
- FERREIRA, B. Z; TROJAN, D. G. Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. **TechnoEng**, v.1, n.11, p. 1-48. 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2014.
- FESSEL, S.A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C.R.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.69, n.1, p.207-214, 2010.
- FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v.67, n.3, p. 567–591, 2016.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 5.ed. Passo fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2011, 734 p.
- FRANÇA NETO, F., KRZYZANOWSKI, F. C., HENNING, A. A., PÁDUA, G. P. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Documentos 380, Embrapa Soja. Londrina, 2016. 82 p.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, v.20, n.1, p.37-38, 2010.
- FRANÇA NETO, J.D.B.; POTTS, H.C. Efeito da colheita mecânica e da secagem artificial sobre a qualidade de semente dura em Soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.01, n.2, p. 64-77, 1979.
- FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; WRASSE, C. F. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alfaca. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.63-69, 2004.
- FUNGUETTO, C.I.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; DODE, L.B. Detecção de sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.130-138, 2004.

- GAVA, R. **Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja** (*Glycine Max* (L.) Merrill.). Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. 128 p.
- GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **Soja: quebrando recordes**. CESB. Sorocaba, 2018. 59 p.
- GLIER, C.A.S.; JÚNIOR, J.B.D.; FACHIN, G.M.; COSTA, A.C.T.; GUIMARÃES, V.F.; MROZINSKI, C.R. Defoliation percentage in two soybean cultivars at different growth stages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.6, p.567-573, 2015.
- GUIMARÃES, V.F.; HOLLMANN, M.J.; FIOREZE, S.L.; ECHER, M.M.; ODRIGUES-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.
- KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agraria**, v.10, n.1, p.1-6, 2009.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L.O.B; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.2, p.163-166, 2006.
- LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, W.V. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. Tecnologia de sementes. **Bragantia**, v.64, n.3, p. 447-457, 2005.
- LAMARCA, E. V. **Taxas respiratórias e velocidade de deterioração de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. em função de variações hídricas e térmicas**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2009. 98 p
- LAMEGO, F.P.; GALLON, M.; BASSO, C.J.; KULCZYNSKI, S.M., RUCHEL, Q., KASPARY, T.E.; SANTI, A.L. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p. 929-938, 2013.
- MACHADO, R. F.; BARROS, A. C. S. A.; ZIMMER, P. D.; AMARAL, A. S. Reflexos do mecanismo de ação de herbicidas na qualidade fisiológica de sementes e na atividade enzimática em plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p. 151-160, 2006.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ª.ed. Londrina, PR. ABRATES, 2015. 660 p.
- MASETTO, T. E.; VARGAS, E. L.; SCALON, S. P. Q. Potenciais hídricos e teores de água na germinação de sementes e crescimento inicial de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.3, p. 620-631, 2016.
- MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Departamento de Plantas de Lavoura – UFRGS. Porto Alegre, 2005. 31 p.

- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1-2:21.
- NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; SOUZA, J. P. Estresse ambiental na cultura da soja. **Revista Integralização Universitária**, v.12, n.16, p. 71-80. 2017.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p.125-139, 2011.
- PEREIRA, T.; COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; MANTOVANI, A.; MATHIAS, V. Dessecação química para antecipação de colheita em cultivares de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.4, p. 2383-2394, 2015.
- PESKE, S.T; BARROS, A.S.C.A; SCHUCH, L.O.B. Produção de sementes. In: PESKE S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Universidade Federal de Pelotas. 3 ed., 2012, 573 p.
- PIERIK, R.; THOLEN, D.; POORTER H.; VISSER, E. J.; VOESENEK, L. A. C. J. The Janus face of ethylene: inhibition and stimulation of growth. **Plant Sci Trends**. v.11, p.176-183. 2006.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação - do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. 2ªed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- QUIRINO, Z. G. M. **Fisiologia vegetal**. Ed. Universitária. João Pessoa, 2010. 61 p.
- RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, 2004, 78 p.
- ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; HALL, L.; BECKIE, H.; Wolf, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Gráfica Editora Berthier, Passo Fundo, 2005. 152p.
- SAIRAM, R. K.; KUMUTHA, D.; EZHIMATHI, K.; DESHMUKH, P. S.; SRIVASTAVA, G. C. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants. **Biologia Plantarum**, v.52, n.3, p. 401-412, 2008.
- SCHALLER, G. E. Ethylene and the regulation of plant development. **BMC Biology**, n. 10, 2012.
- SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A.; Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3 p.035-041, 2010.
- SCHUCH, L.O.B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.144-149, 2009.

- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Emergência a campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.2, p.97-101, 2000.
- SILVA, K. R. G.; VILLELA, F. A. Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p. 331-345, 2011.
- SIMEPAR, Sistema de tecnologia e monitoramento ambiental do Paraná, **Boletim Climatológico**. 2020. Disponível em: http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/timeline/boletim_climatologico. Acessado em: 12 de junho de 2020.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BRUNES, A.P.; TUNES, L.M.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T. Desempenho de sementes de soja sob deficiência hídrica: rendimento e qualidade fisiológica da geração F1. **Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1357-1363, 2013.
- THEISEN, G.; ANDRES, A.; SILVA, C. A. S.; SILVA, J. J. C. **Ação de regulador do metabolismo de etileno sobre a produtividade de soja cultivada em terras baixas**. Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 68. 2008. 15 p.
- TILLMANN, M.A.A; MENEZES, N.L. Análise de semente. In: PESKE S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Universidade Federal de Pelotas. 3 ed., p 162 – 272, 2012.
- 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.
- TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J. M. **Weed control methods handbook: tools and techniques for use in natural areas**. Arlington: The Nature Conservancy, 2001, 218 p.
- USUI, K. Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants. **Weed Biology and Management**, v.1, p. 137-146, 2001.
- VIDAL, W. N., VIDAL, M. R. R. **Botânica organografia – quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. 4ª ed. Editora UFV, 2003. 124p.
- VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SANTOS SILVA J. **Manual de fisiologia vegetal**. EDUFMA, 2010. 230 p.
- WENDT. L.; GOMES JUNIOR, F. G.; ZORATO, M.F.; MOREIRA. G. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja por meio de imagens. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.3, p.280-286, 2014.