

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VIVIANE CABRERA BAPTISTA DE AGUIAR

**DESFOLHA E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA
DE SEMENTES DE SOJA**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VIVIANE CABRERA BAPTISTA DE AGUIAR

**DESFOLHA E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA
DE SEMENTES DE SOJA**

Orientadora: Profa. Dra. Charline Zaratini Alves

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, área de
concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2020

AGRADECIMENTOS

À Deus por me guiar e me dar sabedoria.

À todos meus filhos de 4 patas, sendo os melhores companheiros, proporcionando momentos de paz e alegria, mostrando o verdadeiro significado do amor e me dando força para continuar.

À minha Mãe, por acreditar em mim, ser uma pessoa maravilhosa e me dando todos os recursos para ser uma pessoa bem sucedida.

À Mariely Abreu, que foi a melhor amiga que Deus enviou para mim, estando sempre ao meu lado em todos os momentos, independentemente da distância e circunstância, me dando conselhos, broncas, e proporcionando os melhores e mais inacreditáveis momentos de minha vida, fazendo com que eu enxergasse o meu melhor e me dando força para não desistir.

À Anielli Verzotto Teixeira, por todos os conselhos, paciência, carinho, bons momentos, risadas, ensinamentos, conhecimento passado e amizade sincera.

As psicólogas Katiusce Nogueira e Bruna Diniz, por todos abraços e conselhos, por me trazerem paz, alívio e tranquilidade, me dando forças para que eu reerguesse e reconstruísse em meio a tanta decepção e vontade de desistir.

Ao professor Alan Mario Zuffo, por ser uma inspiração profissional e pessoal, por todo o incentivo, disponibilidade, conselhos, pela confiança e por acreditar em mim.

Ao Daniel Spengler, por me auxiliar e aconselhar em momentos difíceis, me ensinando a ter sabedoria e perseverança.

Ao meu querido Luiz Felipe dos Santos Silva, por me aguentar em meus piores dias e mesmo assim estar ao meu lado, querendo sempre o meu melhor e me incentivar a crescer cada vez mais, eu te amo.

À Julia Peres, por ser a amiga mais louca e linda, por todos os momentos, risadas e conselhos.

À todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelo conhecimento, conselhos e experiência transmitido.

À técnica de laboratório Ana Carina, por todo auxílio e conselhos que me auxiliaram de alguma forma.

À minha orientadora Charline, pela oportunidade e experiência na Pós-graduação.

Agradeço a CAPES pelo auxílio financeiro durante parte da minha pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias mensais da temperatura, umidade relativa do ar e o acúmulo da precipitação pluvial, ocorridas em Chapadão do Sul-MS na safra 2018/19, durante o ciclo da soja. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).	9
---	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais propriedades químicas do solo utilizado no experimento..... 9

Tabela 2. Valores médios de germinação (GERM), emergência (EMER), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) em função de níveis de desfolha associada a doses de N em sementes de soja..... 14

Tabela 3. Valores médios de condutividade elétrica (CE), teor de proteína total (PROT), massa de mil sementes (MMS), vigor (VIG) e viabilidade (VIA) em função de níveis de desfolha associada a doses de N em sementes de soja. 15

RESUMO

O estresse causado pela desfolha pode comprometer a qualidade de sementes de soja, assim, o uso da adubação nitrogenada associada *Bradyrhizobium japonicum* pode ser uma estratégia de manejo visando reduzir as perdas causada pelos insetos desfolhadores. O objetivo do trabalho foi avaliar se a adubação nitrogenada associada a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* beneficia a qualidade de sementes de soja em plantas com diferentes níveis de desfolha. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 2×4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de desfolha (33 e 66%) e quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹), utilizando uréia (45% de N), sendo aplicado dois dias após a desfolha, à lanço. A desfolha foi feita com tesoura no estágio R₃ retirando um folíolo (33%) e dois folíolos (66%) de cada folha trifoliolada das plantas. Após a colheita foram realizados testes de germinação, emergência, comprimento e massa seca total, condutividade elétrica, teor de proteína total, massa de mil sementes, vigor e viabilidade (tetrazólio). O uso do inoculante *Bradyrhizobium japonicum* associado a adubação nitrogenada em cobertura, após a desfolha em R₃ não é capaz de minimizar as perdas qualitativas na semente.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Vigor. Germinação. Nitrogênio. Área fotossintética.

ABSTRACT

Stress caused by defoliation can compromise the quality of soybean seeds, so the use of nitrogen fertilization associated with *Bradyrhizobium japonicum* can be a management strategy aimed at reducing losses caused by defoliating insects. The objective of the work was to evaluate whether nitrogen fertilization associated with inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* benefits the quality of soybean seeds in plants with different levels of defoliation. The experimental design used was randomized blocks, arranged in a 2×4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two levels of defoliation (33 and 66%) and four doses of N (0, 50, 100 and 150 kg ha^{-1}), using urea (45% N), being applied two days after defoliation, haul. The defoliation was performed with scissors in the R3 stage, removing one leaflet (33%) and two leaves (66%) from each trifoliate leaf of the plants. After harvesting, germination, emergence, total dry weight and length, electrical conductivity, total protein content, thousand seed weight, vigor and viability (tetrazolium) tests were performed. The use of the inoculant *Bradyrhizobium japonicum* associated with nitrogen fertilization in cover, after defoliation in R3 is not able to minimize the qualitative losses in the seed.

Keywords: *Glycine max* L. Vigor. Germination. Nitrogen. Photosynthetic area.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1. Área Experimental.....	8
2.2. Delineamento experimental e Tratamentos	10
2.3. Implantação e Condução do experimento.....	10
2.4. Mensuração das avaliações.....	11
2.4.1. Teste de germinação.....	12
2.4.2. Emergência	12
2.4.3. Comprimento total de plântulas	12
2.4.4. Massa seca total de plântulas	13
2.4.5. Condutividade elétrica	13
2.4.6. Teste de tetrazólio.....	13
2.5. Análises Estatísticas	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONCLUSÃO	17
5. REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

Apesar da grande importância econômica da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill), a produtividade ainda é limitada por diversos fatores, entre eles, destaca-se a ocorrência de pragas e doenças. Assim, torna-se necessária a utilização de práticas de manejo, a fim de reduzir ou evitar condições de estresse na planta (RIFFEL et al., 2012), e beneficiar o funcionamento do metabolismo da planta. Em casos de estresse causado por fatores bióticos, existem ferramentas preventivas e curativas que oferecem menores danos às culturas (BRAY et al., 2000).

Em condições de campo, insetos, doenças e ácaros desfolhadores podem ocasionar estresse nas plantas, gerando redução da área fotossinteticamente ativa e consequentemente comprometendo a qualidade de sementes (BAHRY et al., 2013). É importante salientar que, assim como o feijão, a soja possui grande capacidade de se recuperar de níveis significativos de desfolha sem qualquer redução de produtividade (HOFFMANN CAMPO et al., 2012), e o potencial de recuperação vai depender das características genéticas da planta, estágio fenológico, intensidade da desfolha e tempo de permanência da praga na lavoura (COSTA et al., 2003).

De maneira geral, o ideal é controlar pragas que consomem as folhas quando causam danos superiores a 15% na fase reprodutiva, considerando que acima desse nível, pode haver danos econômicos (BATISTELA et al., 2012). Se o mesmo não for atingido, a planta ainda é capaz de realizar fotossíntese suficiente para garantir a produção de energia, que será revertida em boa nutrição para a planta e, consequentemente para a semente, fazendo com que a produção e qualidade de sementes, bem como o peso da mesma não seja afetado (BARROS et al., 2002). Assim, estudos relacionados à desfolha artificial se mostram úteis para simular danos às plantas, causados por insetos desfolhadores (QUINTELA; BARRIGOSI, 2001).

No entanto, se a desfolha atingir o nível de dano econômico, a adoção de práticas agrícolas pode otimizar o rendimento e qualidade de sementes, destacando-se o processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e a adubação nitrogenada. Em condições tropicais brasileiras, o processo de FBN através da simbiose *Bradyrhizobium*-soja pode fornecer todo o N que a soja necessita, desde que realizada de maneira adequada (EMBRAPA, 2011). Já a adubação com fertilizantes nitrogenados para a cultura da soja possui elevado custo, visto que esse nutriente é exigido em grande quantidade pela planta,

porém, estudos mostram que a utilização do mesmo pode reduzir a nodulação e eficiência da FBN (SEDIYAMA, 2016).

Em campos de produção de sementes, o uso de fertilizantes é mais comum do que na produção de grãos, isso ocorre, pois, a nutrição adequada da planta reflete principalmente no tamanho e peso das sementes (MARCOS FILHO, 2015), bem como na formação do embrião e órgãos de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), a fim de obter sementes com melhor qualidade fisiológica (ABRANTES et al., 2010).

De acordo com Prado et al. (2008), o nitrogênio (N) se destaca pela importância no metabolismo das plantas, controlando seu desenvolvimento devido a participação como constituinte de moléculas como proteínas, coenzimas, ácido nucleicos e outras enzimas, podendo então afetar a composição química, formação do embrião, estruturas de reserva e consequentemente o desempenho fisiológico da semente. Então, quando a soja é cultivada em solos com deficiência de N, a aplicação de baixas taxas de N na semeadura tem sido usada afim de compensar a falta de sincronismo entre as fases quando as reservas das sementes se esgotam e a planta começa a se beneficiar do N fixado pela *Bradyrhizobium* (CHIBEBA et al., 2015).

Entretanto, estudos mostram que a adubação nitrogenada realizada em leguminosas podem ter efeitos adversos na FBN, devido a diminuição da respiração dos nódulos e a limitação de carboidratos no metabolismo do mesmo (SILVA et al., 2011); não sendo necessário a realização da adubação com fertilizantes nitrogenados caso as sementes tenha sido inoculadas com bactérias que favoreçam a FBN.

Diante disso, objetivou avaliar se a adubação nitrogenada associada a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* beneficia a qualidade de sementes de soja em plantas com diferentes níveis de desfolha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área Experimental

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, em Chapadão do Sul, estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil (18°46'17,9 Sul; 52°37'25,0" Oeste e altitude média de 810 m), durante a safra 2018/2019. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação, temperatura média e umidade

relativa anual de 1.261 mm; 23,97 °C e 64,23%, respectivamente. Os dados de precipitação durante a condução dos experimentos estão na Figura 1.

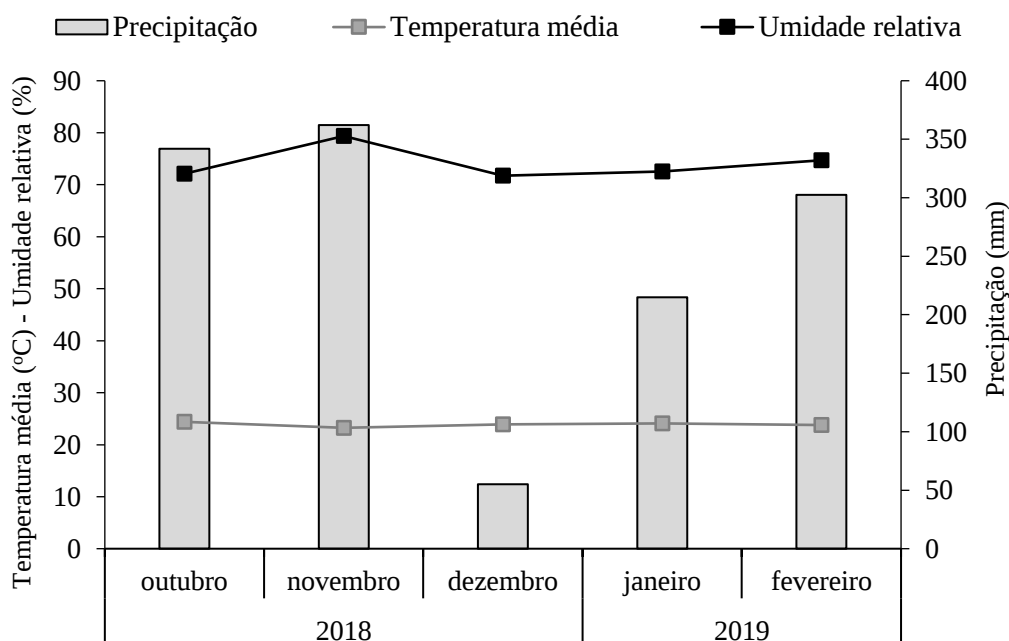


Figura 1. Médias mensais da temperatura, umidade relativa do ar e o acúmulo da precipitação pluvial, ocorridas em Chapadão do Sul-MS na safra 2018/19, durante o ciclo da soja. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho baseado no Sistema Brasileiro de Classificação do solo (SANTOS, 2018). Antes de iniciar o experimento, o solo foi amostrado na camada de 0-0,20 m, e as principais propriedades químicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo da área experimental.

pH	MO	P _{Mehlich} ⁻¹	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----			cmol _c dm ⁻³	-----		
4,3	22,8	12,8	5,7	0,37	2,20	0,40	0,27	8,6	33,5

MO: Matéria orgânica. CTC: Capacidade de troca de cátions à pH 7,0. V: Saturação de bases.

A correção da acidez do solo foi realizada com aplicação superficial de calcário (CaO: 29%; MgO: 20%; PRNT: 90,1%; PN: 101,5%), visando elevar a saturação por base

dos solos a 60%. A calagem foi realizada 60 dias antes da implantação do experimento seguindo as recomendações de Sousa; Lobato (2004).

2.2. Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 2×4 , com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de desfolha (33 e 66%) e quatro doses de nitrogênio (N) (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}), utilizando uréia (45% de N), sendo aplicado dois dias após a desfolha, à lanço. A desfolha foi feita no estágio R₃ (legume - canivete com 5 mm) de acordo com Fehr et al. (1971), realizado com tesoura, retirando um folíolo (33%) e dois folíolos (66%) de cada folha trifoliolada das plantas. Cada unidade experimental foi constituída por três fileiras espaçadas em 0,45 m entre si e com 5 m de comprimento, totalizando $6,75 \text{ m}^2$. Como área útil, foi considerada a linha central, sendo-se desprezado um metro de cada extremidade, perfazendo uma área de $1,35 \text{ m}^2$.

2.3. Implantação e Condução do experimento

O preparo da área foi realizado com dessecação usando os produtos Glifosato ($720 \text{ g ha}^{-1} \text{ e.a.}$) + Haloxifope-P-metílico ($63 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), sendo que o experimento foi instalado após 10 dias, em sistema de plantio direto (SPD). A cultivar de soja utilizada foi a Brasmax Bônus IPRO (hábito de crescimento indeterminado, ciclo de 114 a 121 dias, grupo de maturação 7,9), semeada no dia 4 de outubro de 2018 mecanicamente por meio de semeadora-adubadora, com mecanismo sulcador tipo haste (facão), para SPD, numa profundidade de aproximadamente 3,0 cm, com espaçamento de 0,45 cm e 13 sementes por metro, para atingir estande final de 24.000 a 28.000 plantas por hectare.

A adubação de base foi constituída de 150 kg ha^{-1} de MAP (11% de N-amoniaco e 52% de P_2O_5). Na adubação de cobertura foi utilizado 100 kg ha^{-1} de K_2O , cuja fonte foi o cloreto de potássio aos 40 dias após a emergência (DAE), momento no qual também se realizou a aplicação de adubação foliar dos produtos Actilase ZM (Zn $50,22 \text{ g L}^{-1}$; S $41,65 \text{ g L}^{-1}$; Mn $30,01 \text{ g L}^{-1}$) e Racine (Mo $108,75 \text{ g L}^{-1}$; Co $10,88 \text{ g L}^{-1}$; Carbono total $123,25 \text{ g L}^{-1}$) nas doses de 1 L ha^{-1} e 120 mL ha^{-1} , respectivamente.

As sementes de soja foram tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil na dose de 2 mL p.c. kg⁻¹ de semente, e foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando inoculante comercial líquido contendo as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (concentração mínima de $7,2 \times 10^9$ células viáveis por mL), na dose de 150 mL para 50 kg de sementes. O inoculante foi dissolvido em uma solução contendo 2 mL p.c. kg⁻¹ de semente de aditivo para inoculante contendo complexo de açúcares e biopolímeros encapsulantes. Para potencializar a nodulação da soja, as sementes também receberam a aplicação de micronutrientes, utilizando fertilizante comercial contendo: Mo (10%); Co (1%); S (1%); Ca (1%); Fe (0,2%) na dose de 120 mL por ha⁻¹

Para o manejo das plantas daninhas na cultura da soja foi aplicado os herbicidas (480 e.a. g/L), na dose de 2 L/ha, e o haloxifope-p-metílico (120 e.a. g/L) a dose de 0,5 litros do produto comercial por hectare em pós-emergentes em dessecação pré-semeadura (10 dias antes da semeadura) e em pós-emergentes (30 dias após a semeadura).

No controle de doenças foi realizada aplicações preventivas de fungicidas após o estágio R2 (pleno florescimento) em intervalos de 15 dias, totalizando três aplicações de fungicidas. Os fungicidas utilizados foram mancozeb (750 g/kg) do produto comercial, na dose de 3 kg/ha, piraclostrobina (100 g/L) + benzovindiflupir (50 g/L) na dose de 0,9 litros do produto comercial por hectare e azoxistrobina (200 g/L) + ciproconazol (80 g/L) na dose de 300 mL de produto comercial por hectare, com volume de cada de 200 L/ha.

O controle de pragas foi realizado, quando necessário, com a utilização do inseticida imidacloprido (100 g/L) + beta-ciflutrina (12,5 g/L), na dose de 1 L/ha do produto comercial, cujo volume de calda foi de 200 L/ha e os inseticidas de contato cipermetrina (250 g/L) do produto comercial e clorpirifós (480 g/L) do produto na dosagem de 120 e 250 mL/ha, respectivamente.

2.4. Mensuração das avaliações

A colheita foi realizada de forma manual (estágio R8), sendo feita a debulha mecânica com auxílio da ceifeira-debulhadora de parcelas Wintersteiger Classic®. Posteriormente, as sementes foram armazenadas em câmara fria a 17 ± 1 °C, por 30 dias e, logo após, foi determinado o peso de 1.000 sementes (BRASIL, 2009), bem como o teor de proteína bruta pelo método de Kjeldahl conforme Detmann et al. (2012). Para a determinação do teor de água (BRASIL, 2009) e a realização dos testes de qualidade

fisiológica das sementes, as mesmas foram classificadas conforme Brasil (2009) em peneiras com orifícios redondos (orifício diâmetro de 5,5 mm) para que o tamanho da semente não influenciasse os testes.

2.4.1. Teste de germinação

Quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas igualmente em três folhas de papel germitest umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco. As folhas de papel germitest foram enroladas juntamente com as sementes e foram colocadas em sacos plásticos a 25 ± 1 °C. A avaliação foi realizada aos oito dias após a instalação do teste e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem (%) (BRASIL, 2009).

2.4.2. Emergência

Conduzida com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em bandejas de isopor com profundidade de 2 cm, contendo substrato a base de casca de pinus, fibra de coco, turfa fibrosa e vermiculita. Foi realizado o molhamento com regas diárias e a avaliação foi realizada no décimo dia após a instalação do teste (MAGUIRE, 1962). O resultado da emergência foi expresso em porcentagem (%) de plântulas normais emergidas.

2.4.3. Comprimento total de plântulas

Quatro repetições de 20 sementes foram distribuídas sobre uma linha traçada no terço superior do papel tipo germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco. As folhas de papel germitest então foram enroladas juntamente com as sementes, embalados em sacos plásticos e levados a B.O.D a 25 ± 2 °C durante cinco dias, no escuro. Em seguida, com o auxílio de régua milimetrada foi mensurado o comprimento total das plântulas normais. O resultado foi expresso em centímetros (cm plântula⁻¹).

2.4.4. Massa seca total de plântulas

Após avaliar as plântulas normais no teste de comprimento total de plântulas, o material vegetal obtido foi acondicionado em sacos de papel tipo kraft e levado para a estufa de circulação de ar forçado a 65 °C por 72 h. Logo após, o material foi pesado em balança analítica e o resultado foi expresso em gramas (g plântula⁻¹).

2.4.5. Condutividade elétrica

Quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento foram colocadas em copos plásticos de 200 mL e pesados em balança analítica; posteriormente foi adicionado 75 mL de água destilada em cada recipiente e então os mesmos foram colocados em B.O.D a 25 ±2 °C por 24 h (KRZYZANOWSKI et al., 1999). Em seguida, a solução foi agitada e a condutividade elétrica foi medida com auxílio do condutivímetro. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

2.4.6. Teste de tetrazólio

Realizado com duas repetições de 50 sementes por tratamento. O pré condicionamento das sementes foi realizado em envelopes de papel tipo germitest previamente umedecidos a 25 °C por 16 h. Posteriormente foram transferidas para copos plásticos com solução de 2,3,5-trifenil-tetrazólio na concentração de 0,075% e coloridas em câmara escura a 35 °C por 3 h. Após esse processo, as sementes foram lavadas em água corrente e cada semente foi examinada individualmente para determinar a localização e extensão de danos internos e/ou externos, cortando as sementes longitudinalmente ao longo do eixo embrionário e removendo o revestimento das mesmas. O resultado de vigor e viabilidade foi expresso em porcentagem (%) (FRANÇA NETO et al. 1998).

2.5. Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos a análise da variância, sendo que níveis de desfolha foram comparados pelo teste de Tukey e as doses de N foram comparadas por meio de regressão polinomial, ambos a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes entre os tratamentos variou de 8,6 a 11,3%, estando dentro do recomendado por Marcos Filho (2015), ou seja, no máximo 3%. Esse fator é de grande importância para a execução dos testes, considerando que a uniformidade no teor de água da semente é imprescindível para a obtenção de resultados consistentes.

Na Tabela 2 observou-se que os resultados de germinação, emergência, comprimento e massa seca total foram significativos apenas para desfolha. A desfolha de 33% obteve melhores resultados para as variáveis analisadas e a aplicação de N não foi eficiente para compensar os danos causados pela desfolha (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de germinação (GERM), emergência (EMER), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) em função de níveis de desfolha associada a doses de N em sementes de soja.

Desfolha (D)	GERM (%)	EMER (%)	CT (cm planta ⁻¹)	MST (g plântula ⁻¹)
33	88,75 a	81,75 a	16,40 a	135,86 a
66	82,75 b	74,50 b	14,96 b	116,67 b
Doses de N (N)				
0	87,50	77,00	15,26	115,78
50	86,75	79,50	16,53	129,05
100	83,25	77,50	15,07	137,65
150	85,50	78,50	15,86	136,39
F (D)	6,53*	6,48*	10,03*	5,85*
F (N)	0,62 ^{ns}	0,15 ^{ns}	2,10 ^{ns}	1,63 ^{ns}
F (D*N)	0,55 ^{ns}	0,70 ^{ns}	2,44 ^{ns}	0,65 ^{ns}
CV (%)	7,74	10,31	8,20	17,76

^{ns},*: não significativo, significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F ($p < 0,05$), respectivamente; CV: coeficiente de variação.

Maiores danos de desfolha no estágio reprodutivo provocam menor realização da taxa fotossintética e conseqüentemente menor translocação e disponibilidade para o enchimento das sementes (NARDINO et al., 2015), e resultando na redução dos valores de germinação, emergência, comprimento e massa seca total.

Esses resultados comprovam que o uso correto de inoculantes com estirpes de *B. japonicum* (HUNGRIA et al., 2006), juntamente com a aplicação de Co e Mo nas sementes ou folhas (DOURADO NETO et al., 2012) bem como as reservas de N no solo pela própria mineralização da matéria orgânica (22,8 g dm⁻³) foi suficiente para promover a nutrição adequada de N, sem a necessidade de aplicação de N mineral. Portanto, a quantidade de N fixado pelas culturas, mais a aplicação de MAP na fase vegetativa já são

suficientes para a planta completar seu ciclo sem promover perdas na qualidade de sementes (WERNER et al., 2016; ZUFFO et al., 2018).

Bossolani et al. (2018), relatam que plantas de soja inoculadas com *B. japonicum* tiveram influência direta no aumento de altura de plantas, e as sementes que foram tratadas com inoculante, e em seguida receberam adição de fertilizantes nitrogenados sofreram alterações na população de rizóbios, diminuindo o potencial de fixação pela não promoção da inoculação refletindo conseqüentemente na altura de plantas.

Pressupõe-se que mesmo com a utilização da cultivar com hábito de crescimento indeterminado para a realização do experimento, visando a capacidade natural de recuperar-se de danos causados pela desfolha (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012), a planta ainda não foi capaz de terminar o seu ciclo sem afetar a qualidade de sementes, no qual interferiu de maneira negativa sob as variáveis analisadas.

Na Tabela 3 observou-se que os resultados de condutividade elétrica e proteína não foram significativos. Para massa de mil sementes, vigor e viabilidade os resultados foram significativos para níveis de desfolha e doses de N, porém a interação não foi significativa (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de condutividade elétrica (CE), teor de proteína total (PROT), massa de mil sementes (MMS), vigor (VIG) e viabilidade (VIA) em função de níveis de desfolha associada a doses de N em sementes de soja.

Desfolha (D)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)	PROT (%)	MMS (g)	VIG (%)	VIA (%)
33	85,82	35,88	163,22 a	79,50 a	89,75 a
66	85,08	34,06	152,63 b	74,50 b	83,00 b
Doses de N (N)					
0	87,74	35,58	150,96	75,75	87,50
50	93,75	34,20	165,30	77,50	83,50
100	86,93	34,29	160,82	86,75	92,00
150	89,99	35,80	154,63	68,50	82,50
F (D)	0,01 ^{ns}	2,53 ^{ns}	9,84*	6,25*	23,02*
F (N)	0,68 ^{ns}	0,52 ^{ns}	3,57*	16,04*	9,46*
F (D*N)	0,79 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,57 ^{ns}
CV (%)	22,48	9,38	7,74	7,35	4,61

^{ns}, *: não significativo, significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F ($p < 0,05$), respectivamente; CV: coeficiente de variação.

A condutividade elétrica (Tabela 3) não foi afetada pelos tratamentos, evidenciando que provavelmente as sementes apresentaram concentrações ideais de carboidratos não estruturais na parede celular das células (PALACIO et al., 2011) devido a adubação com

nutrientes na fase vegetativa da cultura, não sofrendo então com o estresse causado pela desfolha.

Para a massa de mil sementes (Tabela 3), o aumento da desfolha ocasionou a redução. Bahry (2013) relacionou a redução da área foliar das plantas em função da desfolha, com a menor produção de fotoassimilados para o enchimento de sementes, devido ao provável abortamento de estruturas da planta devido à falta de assimilados. O mesmo foi observado por Durli (2019), mostrando que o aumento dos níveis de desfolha na fase reprodutiva da cultura da soja, independente da cultivar testada, ocasionou queda decrescente na MMS.

A dose máxima de 77,65 kg ha⁻¹ de N ocasionou maior incremento para MMS, o que pode estar relacionado com a maior síntese de aminoácidos, clorofilas e enzimas ocasionada pela aplicação de N (PEREIRA et al., 2018), aumentando seu crescimento e refletindo na qualidade dos componentes de produção (MALAVOLTA, 2006). O mesmo foi observado por Marcon et al. (2017), no qual a massa de mil sementes foi maior quando se aplicou nitrogênio independentemente da fonte de N ou estágio reprodutivo.

Para o vigor e viabilidade (tetrazólio) (Tabela 3) verificou-se também que o nível elevado de desfolha afetou negativamente, influenciando diretamente na qualidade de sementes, possivelmente pela redução de fotoassimilados. No entanto, a dose máxima de 68,75 kg ha⁻¹ aumentou esse parâmetro (Figura 2B). O N é responsável por várias reações na planta, além de fazer parte da molécula de clorofila, estando diretamente relacionado com a atividade fotossintética e, conseqüentemente maior desempenho das plantas, mostrando que o acréscimo desse elemento interfere decisivamente no desempenho fisiológico e agrônômico da planta (BARBOSA et al., 2016). Para viabilidade (tetrazólio) os dados se ajustaram a equação de terceiro grau: $y = 87,50x^3 - 0,4083x^2 + 0,0086x - 0,000041$.

No geral, verificou-se que o aumento da desfolha no estágio reprodutivo afetou negativamente os resultados de germinação, emergência, comprimento e massa seca total, bem como massa de mil sementes, vigor e viabilidade. Isso porque o período reprodutivo da soja é o mais sensível à desfolha (MARTINS, 2019) devido a elevada demanda por água, nutrientes e fotoassimilados que aumentam na época de formação das sementes, a fim de atender o crescente acúmulo de massa seca e a biossíntese de óleo e proteína (HEIFFIG et al., 2006).

Entretanto, apesar dos benefícios da adubação nitrogenada em cobertura na cultura da soja, a mesma não possuiu a capacidade de minimizar o estresse sofrido pela desfolha,

ocasionando danos irreversíveis nas sementes quando a mesma é provocada em estágio R3.

4. CONCLUSÃO

O uso do inoculante *Bradyrhizobium japonicum* associado a adubação nitrogenada em cobertura, após a desfolha em R3 não é capaz de minimizar as perdas qualitativas na semente.

5. REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. L. et al. Nitrogen in cover and physiological and sanitary quality of millet seeds (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 106-115, 2010.

BAHRY, C. A. et al. Efeito da desfolha na fase vegetativa em alguns caracteres agronômicos da cultivar de soja BMX Potência RR. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 88, n. 3, p. 179-184, 2013.

BARBOSA, A. P. et al. Doses de Nitrogênio em cobertura na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Magistra**, Recôncavo da Bahia, v. 28, n. 2, p. 211-220, 2016.

BARROS, H. B. et al. Desfolha na produção de soja (*Glycine max* ‘M-SOY 190’), cultivada no cerrado, em Gurupi-TO, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 5-10, 2002.

BATISTELA, M. J. et al. Re-evaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decisions in short-season soybeans using artificial defoliation. **Crop Protection**, Inglaterra, v. 32, n. 01, p. 7-11, 2012.

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

BRAY E. A. et al. Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, E.; GRUISSEM, W.; JONES, R (Org.). **Biochemical and molecular biology of plants**. Rockville: American JSociety of Plant Physiologists, 2000. p. 1158-1249.

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

CHIBEBA, A. M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Science**, v. 6, n. 10, p. 1641-1649, 2015.

COSTA, M. A. G. et al. Níveis de desfolha na fase reprodutiva da soja, cv. Ocepar 14, sobre dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 813-819, 2003.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; CABRAL, L. S. Avaliação do nitrogênio total (proteína bruta) pelo método de Kjeldahl. In: DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; BERCHIELLI, T. T.; CABRAL, L. S.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, M. A.; QUEIROZ, A. C.; SALIBA, E. O. S.; PINA, D. S.; AZEVEDO, J. A. G. (Eds.). **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. v. 1, cap. 4, p. 51-68.

DOURADO NETO, D. et al. Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2741-2752, 2012.

DURLI, M. M. **Tolerância à desfolha da soja em função da cultivar, estágio fenológico e densidade de plantas**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 130p. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

FEHR, W. R. et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 06, p. 929-931, 1971.

FRANÇA NETO, J. B. et al. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina, PR: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p.

HEIFFIG, L. S. et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 02, p. 285-295, 2006.

HOFFMANN CAMPO, C. B. et al. **Soja** - Manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-Praga. 1 ed. Embrapa Soja. 2012. 859p.

HUNGRIA, M. et al. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: Contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer of grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, Canadá, v. 86, p. 927-939, 2006.

KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres, 2006. 631p.

MARCON, E. C. et al. Uso de diferentes fontes de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Thema: Ciências Agrárias**, Joaçaba, v. 14, n. 2, p. 298-308, 2017.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, SP: ABRATES, 2015. 659p.

MARTINS, C. L. **Efeito da desfolha na cultura da soja na microrregião de Paragominas, Estado do Pará**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, 2019.

NARDINO, M. et al. Desfolha artificial em estádios vegetativos e suas implicações a cultura da soja. **Magistra**, Recôncavo da Bahia, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2015.

PALACIO, S. et al. Browsing affects intra-ring carbon allocation in species with contrasting wood anatomy. **Tree Physiol**, Massachusetts, v. 31, p. 150-159, 2011.

PEREIRA, C. S. et al. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, 2018.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, SP: UNESP, 2008. 407p.

QUINTELA, E. D.; BARRIGOSI, J. A. F. Resposta do feijoeiro a diferentes níveis de desfolha artificial. **EMBRAPA Arroz e Feijão**. ISSN 1678-9628. Pesquisa em foco, n. 49, Julho de 2001.

RIFFEL, C. T. et al. Densidade amostral ao monitoramento e georreferenciamento de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2112-2119, 2012.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 2018. 356p.

SEDIYAMA, T. Produtividade de Soja. Londrina: Mecenias, 2016. 310p.

SILVA, A. F. et al. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 03, p. 404-412, 2011.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

WERNER, F. et al. Soybean growth affected by seeding rate and mineral nitrogen. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Paraíba, v. 20, n. 8, p. 734-738, 2016.

ZUFFO, A. M. et al. Response of early soybean cultivars to nitrogen fertilization associated with *Bradyrhizobium japonicum* inoculation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 04, p. 436-446, 2018.