

Bacillus amilolyquefaciens **isolado e em misturas com químicos no controle de *Scutigerella immaculata*: Nova praga na soja, região MAPITOPA**

ADILSON MORAES SANTOS
Eng. Agrônomo

ADILSON MORAES SANTOS

***Bacillus amilolyquefaciens* isolado e em misturas com químicos no controle de *Scutigerella immaculata*: Nova praga na soja, região MAPITOPA**

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GOIÁS
2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Santos, Adilson Moraes
SAD235 Bacillus amylolyquefaciens isolado e em misturas
b com químicos no controle de Scutigerella immaculata:
Nova praga na soja, região MAPITOPA / Adilson Moraes
Santos; orientador Alexandre Igor Azevedo Pereira. -
- Urutaí, 2021.
 37 p.

 Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em
 Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano,
 Campus Urutaí, 2021.

 1. Controle biológico. 2. controle químico. 3.
 pragas iniciais. 4. Scutigerallidae. 5. Glycine
 max. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo , orient.
 II. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: ADILSON MORAES SANTOS

Matrícula: 2019101330540010

Título do Trabalho: *Bacillus amilolyquefaciens* isolado e em misturas com químicos no controle de *Scutigerella immaculata*: Nova praga na soja, região MAPITOPA

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim. Dados oriundos de instituição privada.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 10/12/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí, estado de Goiás, 04/06/2021

Ciente e de acordo:



Assinatura do Autor e/ou Detentor
dos Direitos Autorais



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 31/2021 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº/68

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e seis dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e um, às treze horas, reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de Adilson Moraes Santos, discente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, com trabalho intitulado "*Bacillus amilolyquefaciens* isolado e em misturas com químicos no controle de *Scutigerella immaculata*: nova praga na soja, região MAPITOBA". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS, na área de concentração em Fitossanidade, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A banca examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos após procedida as modificações sugeridas.

Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa	Assinatura
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira	Instituto Federal Goiano-Campus Urutaí	Presidente	
Prof. Dr. Jardel Lopes Pereira	Instituto Federal Goiano-Campus Cristalina	Membro interno	
Prof. Dr. Luiz Leonardo Ferreira	UNIFIMES	Membro externo	

DEDICATÓRIA

A minha amada e bela família, Aline dos Santos Bonfim Moraes, digníssima esposa, aos meus filhos dádiva de Deus: Lorenzo Bonfim Moares e Karoliny Bonfim Moraes, que sempre me apoiaram, incentivaram, acreditaram e estiveram ao meu lado nesse e em outros projetos importantes futuros e de vida. Nada disso teria sentido se vocês não existissem na minha vida.

Também dedico ao meus pais, João Moraes Santos e Maria dos Santos, ao meus pais do coração Irany Guedes Gonçalves e Claudionor Gonçalves, que estiveram sempre me incentivando e acreditando nos meus projetos diversos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por permitir desfrutar e realizar tantos sonhos nessa geração, obrigado Deus por me emprestar diariamente o coração que pulsa, o oxigênio que respiro, o solo que caminho e os milhões de motivos para que eu exista. Não sou merecedor mais o Senhor cuida de mim, mesmo errante concede o perdão, ensina a crescer, agradeço por sua grandiosa e eterna bondade e compreensão, por seu infinito amor, pela sua graça e misericórdia, que não me deixou desistir e principalmente por ter me dado uma linda e adorável família que é tão especial, para mim, enfim obrigado por tudo.

A minha amada e bela família, Aline dos Santos Bonfim Moraes, digníssima esposa, aos meus filhos dádiva de Deus: Lorenzo Bonfim Moraes e Karoliny Bonfim Moraes, que sempre me apoiaram, incentivaram e acreditaram e estive sempre ao meu lado nesse e em outros projetos importantes futuros e de vida. Nada disso teria sentido se vocês não existissem na minha vida.

Ao Prof. Alexandre Igor Azevedo Pereira, pela orientação, dedicação, apoio, competência, profissionalismo e entrega. Vários momentos que nos reunimos e, mesmo com a vida agitada da vida do dia a dia, cansaço, mas sempre me encorajou, ajudou e estimulou a ir adiante. Obrigado por acreditar nos meus projetos. Certamente não fosse seu apoio e de outros professores da Instituição IF Goiano, tenho certeza de que não chegaria neste ponto sozinho. Você foi e está sendo muito mais que um professor e orientador: para mim será sempre mestre e amigo. Ao professor Luiz Leonardo Ferreira, por todo apoio e suporte nessa jornada.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Alexandre Igor Azevedo Pereira, Prof. Jardel Lopes Pereira e Prof. Luiz Leonardo Ferreira, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação.

Ao Prof. Marcos Antônio Moreira de Freitas, agradeço ainda pelo apoio ao longo do curso.

A Equipe Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S/A na pessoa do Christian Thore Scherb, gerente de Desenvolvimento de Mercado no Brasil, pelo apoio no protocolo de pesquisas, ceder dias para realização das aulas presenciais, bem como ao Isaias Assunção Bertanha, Desenvolvimento de Mercado no Mato Grosso/MT, por ceder informações importantes e subsídios para elaboração do protocolo de campo e apresentação do projeto de pesquisas.

Ao Heliton Borges Júnior, Desenvolvimento de Mercado região Norte, por conduzir e criar protocolos em outros locais gerando dados importantes para servir de base para o projeto.

Ao amigo Valderi Pereira, por ajudar na instalação e aplicação do protocolo em campo.

Ao RTV (Representante Técnico de Vendas) Alisson Rizio por indicar área e cliente para instalação do protocolo. Meu muito obrigado a todos vocês.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas pelos ensinamentos que muito contribuirão para minha vida profissional.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, estado de Goiás, aos professores, pela compreensão, confiança e parceria a mim dedicados.

Ao proprietário da fazenda Itamarati, Açailândia, estado do Maranhão, que abriu as portas da propriedade, dando liberdade, cedendo toda estrutura necessária, possibilitando a realização desse trabalho.

Agradeço a todos os parceiros e colaboradores que de forma direta ou indireta contribuíram para a execução do trabalho.

A todos meus colegas e amigos de classe, os quais pude conviver durante o período de curso, que tornaram esta etapa mais fácil de ser vivida e aproveitada.

Por fim, o meu sincero agradecimento a todos aqueles que de certa forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO.....	12
OBJETIVOS.....	15
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS.....	19
DISCUSSÃO.....	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

RESUMO

Scutigerella immaculata (Symphyla: Scutigerellidae) se alimenta de raízes de plantas, o que tem gerado problema em áreas de produção de soja na região do MAPITOPA (Maranhão-Piauí-Tocantins-Pará): uma das últimas fronteiras agrícolas no Brasil. O objetivo foi avaliar a eficiência do tratamento de sementes (TS) na soja (*Glycine max* L.) para controle de *Scutigerella immaculata*, com o organismo biológico *Bacillus amyloliquefaciens* isolado e em misturas com outras moléculas químicas, bem como registrar parâmetros fitotécnicos das plantas de soja em função dos tratamentos. Sementes de soja foram tratadas no dia do plantio em Açailândia, estado do Maranhão, Brasil. O procedimento para o tratamento das sementes ocorreu através de sacos plásticos (3 litros cada) e a quantidade de sementes por tratamento de 100 kg. Um delineamento experimental do tipo DIC com 9 tratamentos e 4 repetições foi adotado, sob condições de campo. Os tratamentos foram T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina). Iscas com batata no solo ou avaliações através de contagem direta nas raízes foram os tipos de amostragem para a praga em questão aos 20, 30, 44, 60 e 90 DAP (dias após o plantio). Os parâmetros altura de plantas, emergência de plântulas, germinação das sementes, massa fresca da raiz e da parte aérea foram significativamente diferentes. As amostragens através de avaliações nas raízes das plantas para contagem da praga *Scutigerella immaculata* representaram maior número de indivíduos em comparação às iscas. Para a amostragem através da contagem direta nas raízes, o T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina) foi aquele que resultou em menor número médio de *Scutigerella immaculata*. O aumento populacional da praga foi mais pronunciado a partir do intervalo entre o 60 e 90 DAP, em comparação às amostragens realizadas aos 20, 30 ou 45 DAP. Maiores considerações sobre o posicionamento do produto biológico avaliado, bem como o TS pode auxiliar no controle dessa nova praga, são apresentadas.

Palavras-chave: Controle biológico, controle químico, pragas iniciais, Scutigerellidae, *Glycine max*, tratamento de sementes.

ABSTRACT

Scutigerella immaculata (Symphyla: Scutigerellidae) feeds on plant roots, which has caused problems in soybean production areas in the MAPITOPA region (Maranhão-Piauí-Tocantins-Pará): one of the last agricultural frontiers in Brazil. The objective was to evaluate the efficiency of seed treatment (ST) in soybean (*Glycine max* L.) for the control of *Scutigerella immaculata*, with the biological organism *Bacillus amyloliquefaciens* isolated and in mixtures with other chemical molecules, as well as to record phytotechnical parameters of soybean plants depending on the treatments. Soybean seeds were treated on the day of planting in Açailândia, Maranhão state, Brazil. The procedure for the treatment of seeds took place through plastic bags (3 liters each) and the quantity of seeds per treatment was 100 kg. A DIC experimental design with 9 treatments and 4 replications was adopted, under field conditions. The treatments were T1 (absolute control), T2 (pyrazole), T3 (imidacloprid + neonicotinoid), T4 (neonicotinoid), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinoid + pyrazole), T7 (neonicotinoid + lambda-cyhalothrin), T8 (neonicotinoid + pyrazole + *B. amyloliquefaciens*) and T9 (anthraniamide + lambda-cyhalothrin + avermectin). Baits with potatoes in the soil or evaluations through direct counting on the roots were the sampling types for the pest in question at 20, 30, 44, 60 and 90 DAP (days after planting). The parameters plant height, seedling emergence, seed germination, root and shoot fresh mass were significantly different. Sampling through evaluations of plant roots to count the pest *Scutigerella immaculata* represented a greater number of individuals compared to the baits. For sampling through direct counting in the roots, the T7 (neonicotinoid + lambda-cyhalothrin) was the one that resulted in the lowest mean number of *Scutigerella immaculata*. The population increase of the pest was more pronounced from the interval between 60 and 90 DAP, compared to samples taken at 20, 30 or 45 DAP. Further considerations about the positioning of the evaluated biological product, as well as how the TS can help to control this new pest are demonstrated.

Keywords: Biological control, chemical control, initial pests, Scutigerellidae, *Glycine max*, seed treatment.

INTRODUÇÃO

Scutigereilla immaculata (Symphyla: Scutigereillidae) pertence à classe Symphyla que agrupa alguns artrópodes com um elevado número de pernas e, por isso, são mais semelhantes, visualmente, às lacraias e piolhos-de-cobra do que aos insetos (classe Insecta). Essa espécie pertence à família Scutigereillidae e possui origem europeia. Com distribuição cosmopolita, *S. immaculata* já foi registrada como herbívoro associado a plantas de importância econômica tanto na agricultura, como em jardins em áreas urbanas (Waterhouse 1968, Joseph 2015). Portanto, no Brasil, é tratada como uma praga exótica.

Esse organismo habita, preferencialmente, solos ricos em húmus, embaixo de pedras, serapilheira, madeira apodrecida e em decomposição ou outros locais úmidos (Michelbacher 1938). Precisa de altos níveis de umidade para sobreviver e se a umidade relativa do solo estiver abaixo de 75%, cerca de 95% de mortalidade pode ser observada dentro de poucas horas (Berry 1973). Esse tipo de herbívoro se desloca rapidamente e os tergitos extras dão ao corpo uma grande flexibilidade, para que eles possam torcer, o que os faz se esconder rapidamente por entre as partículas do solo para escapar dos predadores (observações pessoais do autor). Se alimentam principalmente de raízes e detritos de plantas. E, portanto, esse comportamento alimentar tem gerado problema em áreas de produção de soja na região do MAPITOPA (Maranhão-Piauí-Tocantins-Pará): uma das últimas fronteiras agrícolas no Brasil.

Essa espécie de praga exótica não é totalmente desconhecida dos brasileiros e existem casos registrados de ataque a plantas agrícolas na literatura em diversos países (Swenson 1966, Morais & Silva 2009, Joseph 2015). Na França, foi forte motivo de preocupação em 2010, com ataques devastadores a lavouras de milho, especialmente após a proibição do uso de alguns produtos no tratamento de sementes, como imidacloprido e fipronil, além do banimento dos organofosforados (Bovi et al. 2018). No Brasil Loureiro & Galvão (1970) observaram pela primeira vez os sínfilos do gênero *Hanseniella* sp. (Scutigereillidae) como pragas de culturas, atacando coleóptilos e radículas de arroz em Minas Gerais.

Em plantas de importância agrícola esses organismos são bastante prejudiciais, por atacarem grãos e raízes manifestando-se por morte das plantas e crescimento lento, mais frequentes em hortícolas e em estufas. As plantas jovens de beterraba, milho e batateira são mais sensíveis aos estragos (Gould & Edwards 1968). Os sintomas na planta são semelhantes aos da carência de fósforo (folhas delgadas, onduladas, cor verde escura

a violeta, colo de cor azul-arroxeadado) ou em reboleiras como nematoides, o que dificulta a imediata identificação. Eles consomem a vegetação em decomposição (matéria orgânica), mas podem causar danos consideráveis em um ambiente agrícola, consumindo sementes, raízes e radículas em solo cultivado.

A diversidade biológica do planeta é capaz de fornecer produtos naturais e serviços às comunidades locais, além de desempenhar papéis importantes nos ciclos globais de carbono e hidrologia, através dos ecossistemas tropicais e determinados biomas brasileiros, como a Floresta Amazônica (Laurance et al. 2002). Em detrimento dessa importância ecológica, muitos ecossistemas tropicais estão sendo estabelecidos como últimas fronteiras agrícolas pelo fato de a agricultura gerar riquezas locais, regionais e nacionais, como exemplo dessa última, salienta-se o importante papel que o PIB agrícola desempenha para a balança comercial brasileira (Barros et al. 2009). Deixando a discussão entre manutenção e conservação de determinados biomas brasileiros com atividades agrícolas em segundo plano, tem-se apresentado um panorama contemporâneo no que se refere à prática da agricultura em regiões muito próximas, limítrofes e fronteiriças à *hotspots* de biodiversidade, como na região amazônica, o que leva – impreterivelmente – ao surgimento de novas pragas. Observações pessoais do autor do presente trabalho destacam organismos vivos inusitados, incomuns, ou que não ultrapassam níveis de controle em outras regiões brasileiras e que, portanto, causam herbivoria em plantas de soja, como lesmas, grilos e gafanhotos e, mais recentemente, o sínfilo *Scutigerella immaculata*, que foi o foco desse estudo.

A empresa Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S/A que atua na região do MAPITOBAPA (incluindo o estado da Bahia nesse caso) tem se deparado com clientes, produtores de soja, que demandam urgentemente por formas de controle dessa nova praga. Ou seja, o presente trabalho depara-se com uma demanda aplicada em termos de geração de conhecimento, como formas de controle, para esse organismo herbívoro. Apesar de ser uma praga especificamente regional (como no Oeste do estado do Maranhão) e, portanto, sem produtos registrados para seu controle, a Sumitomo possui componentes químicos e biológicos capazes de atuar no controle de organismos vivos que se situam no interior do solo e, portanto, com extrema dificuldade de controle caso medidas de TS não sejam preconizadas.

Os resultados do presente trabalho de pesquisa - certamente - ajudarão a empresa Sumitomo a posicionar formas de controle para fins de supressão da praga *Scutigerella immaculata* que vem causando prejuízos na região do Oeste do estado do Maranhão, área

de divisa com a floresta amazônica. Além disso, de forma concomitante com as atividades do presente projeto, pretender-se-á buscar registro técnico-científico inédito em território brasileiro dessa praga causando prejuízos em plantas de soja na região Norte-Nordeste do Brasil.

OBJETIVO

Avaliar a eficiência do tratamento de sementes (TS) na soja (*Glycine max* L.) para controle de *Scutigerella immaculata*, com o organismo biológico *Bacillus amyloliquefaciens* isolado ou em mistura com outras moléculas químicas, bem como registrar parâmetros fitotécnicos das plantas de soja em função dos tratamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais foram inicialmente adaptados e conduzidos na fazenda Itamarati, no município de Açailândia, estado do Maranhão, Brasil. O termo adaptado significa que como a *S. immaculata* é uma nova praga em lavouras de soja no Brasil, nossos ensaios seguiram muitas etapas experimentais oriundas de testes com pragas iniciais e que habitam o solo, nas lavouras de soja.

O presente estudo ocorreu por meio de tratamento de sementes (TS) de soja, que foram tratadas - em função dos tratamentos - no dia do plantio. O procedimento para o tratamento das sementes ocorreu através de sacos plásticos (de 3 litros cada) e a quantidade de sementes por tratamento de 100 kg de sementes de soja certificadas com alto percentual de germinação, acima de 80 % com uso de uma variedade representativa da região. Para instalação do plantio sob condições de campo, um delineamento experimental do tipo DIC com 9 tratamentos e 4 repetições foi adotado. Os tratamentos foram T1 (testemunha absoluta), T2 (100 ml de pirazol para 100 kg de sementes), T3 (500 ml de imidacloprido + neonicotinóide para 100 kg de sementes), T4 (150 ml de neonicotinóide para 100 kg de sementes), T5 (80 ml de *Bacillus amyloliquefaciens* para 100 kg de sementes), T6 (150 ml de neonicotinóide + 100 ml de pirazol para 100 kg de sementes), T7 (150 ml de neonicotinóide + 250 ml de lambdacialotrina para 100 kg de sementes), T8 (100 ml de neonicotinóide + 100 ml de pirazol + 80 ml de *B. amyloliquefaciens* para 100 kg de sementes) e T9 (100 ml de antranilamida + 300 ml de lambdacialotrina + 100ml de avermectina para 100 kg de sementes). Portanto, as misturas entre produtos compreenderam misturas simples, binárias ou terciárias de caldas para tratamento de sementes.

As parcelas de soja, plantadas manualmente, tiveram comprimento de 7 metros e largura útil de 3m. Seis linhas de soja foram mantidas por parcela experimental. O espaçamento entre soja utilizado foi 0,5 m entre linhas de plantio e 12 a 16 plantas por metro linear, compreendendo o espaçamento entre plantas. Portanto, cada unidade experimental compreendeu uma área útil de 21 m² e a área total experimental de 924 m².

O volume de calda para o tratamento de sementes (TS) na soja foi de 600 ml para cada 100 kg de sementes. Para cada tratamento, inoculantes requeridos pela planta de soja foram adicionados, além de fungicidas, mas exceto os inseticidas destinados ao TS para não mascarar os resultados dos tratamentos a serem avaliados. Os tratamentos foram semeados manualmente no mesmo dia da semeadura, com auxílio de uma equipe de

campo composta por técnicos experimentais da empresa Sumitomo. Adicionalmente, os mesmos tratamentos foram instalados em bandejas plásticas (5 litros) contendo areia, para avaliação da germinação das sementes em função das variáveis independentes avaliadas. Para esse caso, plantas de soja foram cultivadas dentro de uma estufa agrícola, sob ambiente protegido com condições de crescimento tecnicamente adequadas.

Os parâmetros avaliados, sob condições de campo e cultivo protegido, foram (i) altura de plantas (em cm) através da medição de 50 plantas por parcela aos 10, 20, 30 e 40 DAP, (ii) Emergência em caixa de areia aos 5, 10, 15 e 20 DAP, (iii) vigor e fitotoxidez, através de notas visuais para plântulas de soja após germinação e crescimento (comparação com testemunha) aos 5, 10, 15 e 20 DAP, (iv) germinação (expressa em %), (v) quantidade de indivíduos de *Scutigerella immaculata* amostrados através da isca ou contagem direta junto às raízes das plantas aos 20, 30, 45, 60 e 90 DAP, (vi) massa fresca da raiz e da parte aérea das plantas de soja aos 20, 45 e 60 DAP e, por fim, (vii) produtividade, compreendendo a colheita de 3 linhas x 5 metros por parcela.

Os dados quantificados foram plotados em gráficos do tipo BloxPlot para auxiliar na identificação de outliers e posterior eliminação deles. Adicionalmente, a normalidade foi verificada pelo teste de aderência de Lilliefors e, de forma complementar, pelo histograma obtido pelo software SAEG[®] (Ribeiro Junior & Melo 2009) pela sua praticidade e facilidade de uso.

Os dados de contagem da *S. immaculata*, independente se oriundos de armadilhas ou contagem direta na raiz das plantas de soja, foram avaliados quanto a sua significância através de transformação para $\sqrt{x+1}$ por não terem, previamente, apresentado normalidade. Para esse caso, o Coeficiente de Variação (CV) foi utilizado como indicativo para diagnosticar o acerto na transformação dos dados reais. Dessa forma, a transformação foi considerada válida quando o CV dos dados transformados foi apresentado menor que o valor do CV dos dados reais (Reed et al. 2002). A análise de variância (ANOVA) e a comparação entre médias dos tratamentos foram realizadas na escala transformada, porém, os resultados descritos nas figuras permaneceram em escala original.

Diversos modelos de regressão polinomial foram comparados entre si de forma visual através da plotagem dos dados biológicos reais (observados) e modelados (estimados) para excluir possíveis casos de *overfitting*. Esse termo é usado para descrever quando um modelo estatístico se ajusta muito bem ao conjunto de dados anteriormente observado, mas se mostra ineficaz para prever novos resultados (Hawkins 2004). É

comum que a amostra apresente desvios causados por erros de medição ou fatores aleatórios. Ocorre o *overfitting* quando o modelo se ajusta a estes (Hawkins 2004). Para isso, através da técnica de validação cruzada (método *holdout*), testamos nossos modelos com melhores valores de R^2 em relação a outros para constatação, ou não, de *overfitting*, através do software SigmaPlot[®], versão 11 (Systat Software Inc). Uma análise de agrupamento de Mahalanobis foi realizada considerando a covariância residual entre as variáveis dependentes e independentes para classificar os nove tratamentos em grupos e em função da homogeneidade da variável dependente emergência de plântulas e possível heterogeneidade dentro de cada grupo usando o software SAEG[®]. E, por fim, os dados relativos às respostas biológicas (variáveis dependentes), em respeito à aplicação de cada tratamento, foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, ao teste de média de Tukey a 5% de significância.

Adicionalmente, investigamos de forma mais aprofundada a questão do efeito biológico dos tratamentos utilizados para o parâmetro específico altura de plantas de soja, com vistas a aprimorar a metodologia de protocolos experimentais em uso pela empresa Sumitomo que, habitualmente, utiliza avaliações, apenas aos 10 e 20 DAP. Nosso intuito foi comprovar que avaliações com maior banco de dados em escala temporal poderiam surtir melhores e maiores diferenças detectáveis entre os tratamentos, no caso TS em soja. Para tanto, medidas de variação tais como amplitude de distribuição, desvio padrão e coeficiente de variação foram exploradas.

RESULTADOS

O comportamento de distribuição dos dados para a variável altura de plantas em função dos 10, 20, 30 e 40 dias após o plantio (DAP) estão apresentados na Figura 1. A partir do 30 DAP nota-se que os dados apresentaram maior amplitude de distribuição até o 40 DAP, em comparação aos dados de 10 DAP e 20 DAP (Figura 1).

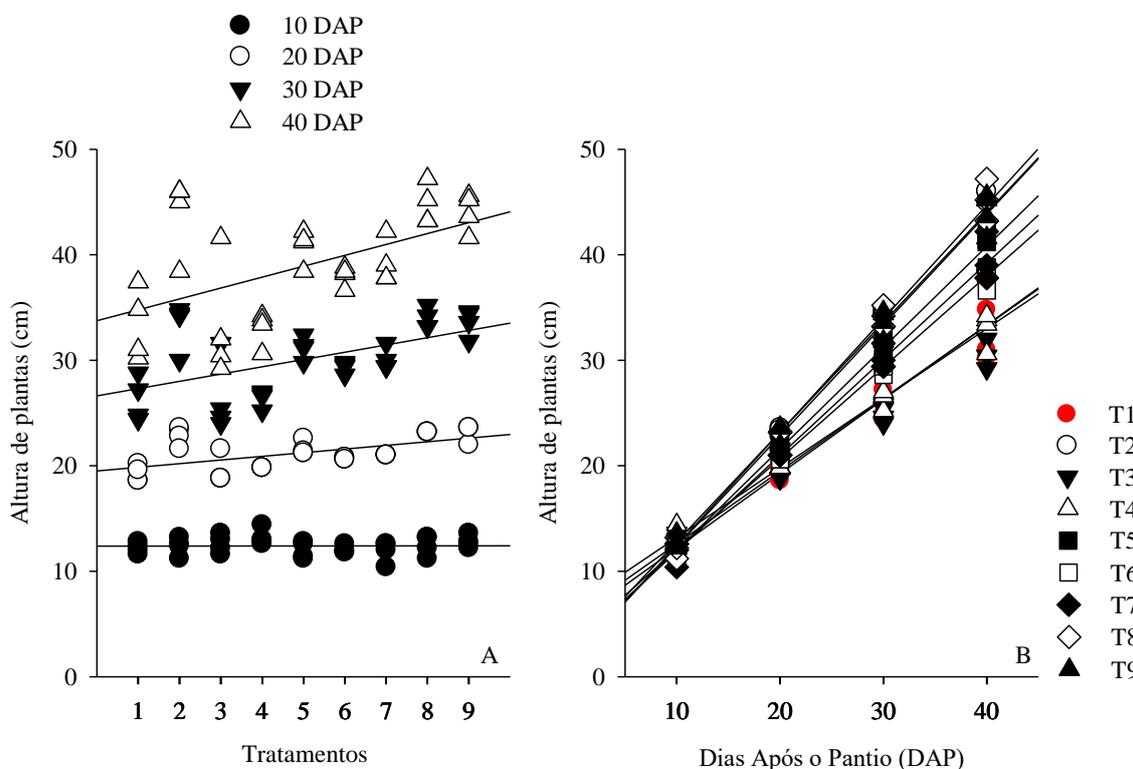


Figura 1. Distribuição dos dados relativos à altura de plantas (cm) de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), aos 10, 20, 30 e 40 dias após o plantio (DAP), cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina), em áreas de campo infestadas por *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil.

O desvio padrão da média para a altura de plantas, em função dos diferentes DAP, foram de 0,79 (10 DAP), 1,62 (20 DAP), 3,41 (30 DAP) e 5,25 (40 DAP). Com relação à amplitude dos dados (ou seja, a diferença entre o maior e o menor dos valores observados), percebeu-se que ao passo em que se aumentou as avaliações referentes à altura de plantas de soja em função dos DAP, maiores foram as amplitudes encontradas, tais como: 4 (10 DAP), 5 (20 DAP), 11 (30 DAP) e 18 (40 DAP). Além disso, quanto ao

coeficiente de variação (desvio padrão expresso em percentual da média) observaram-se os valores em comportamento crescente de 6,44, 7,66, 11,34 e 13,49 para os 10, 20, 30 e 40 DAP, respectivamente.

Para fins de comparação entre as médias dos tratamentos para a variável altura de plantas de soja, aos 10, 20, 30 e 40 DAP apresentamos a Figura 2. Não houve diferença entre as alturas observadas das plantas de soja, entre tratamentos, aos 10 DAP ($F= 1,26$; $P= 0,08$) (Figura 2A). A partir dos 20 DAP diferenças significativas foram observadas para a altura de plantas de soja ($F= 4,26$; $P= 0,04$) (Figura 2B), bem como aos 30 DAP ($F= 10,26$; $P= 0,03$) (Figura 2C) e 40 DAP ($F= 18,26$; $P= 0,03$) (Figura 2D).

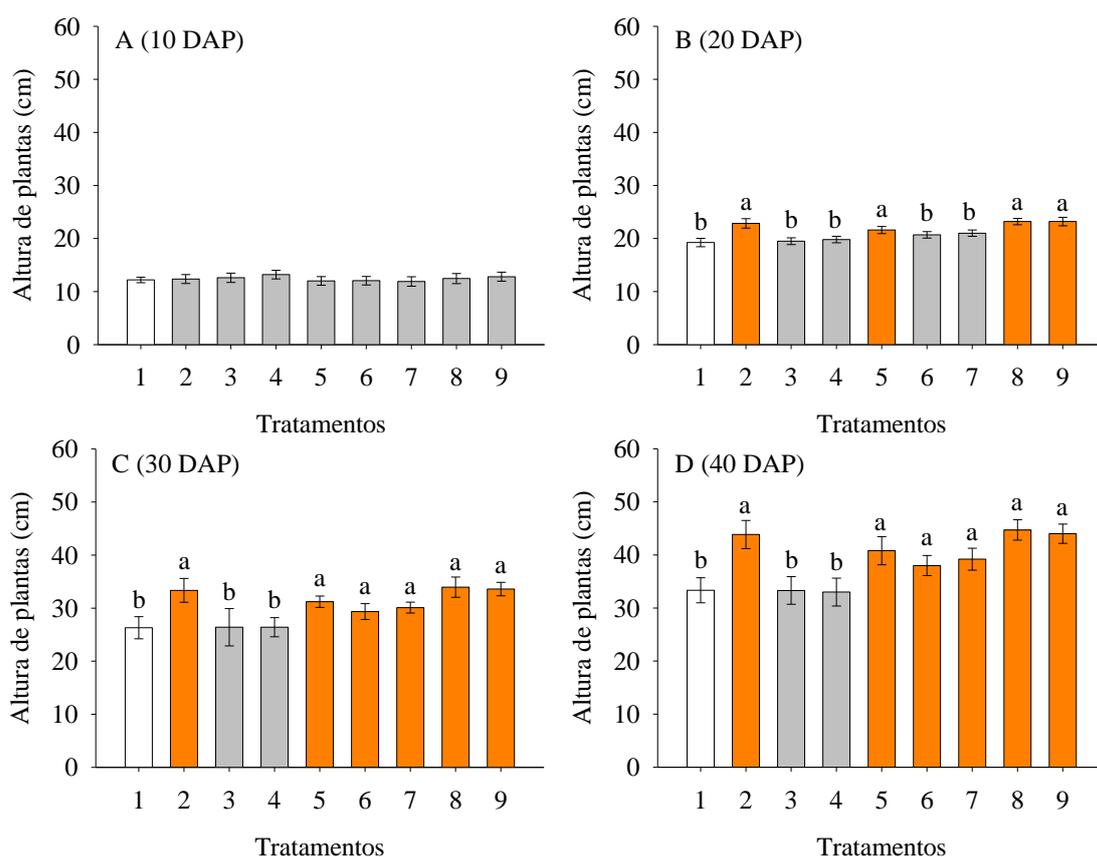


Figura 2. Altura de plantas (cm) (média \pm EP¹) de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), aos 10 (Fig. 2A), 20 (Fig. 2B), 30 (Fig. 2C) e 40 (Fig. 2D) dias após o plantio (DAP), cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina), em áreas de campo infestadas por *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra, para cada DAP, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A análise do agrupamento hierárquico, por meio da distância euclidiana média, indicou que a existência de, pelo menos, quatro grupos hierárquicos para o parâmetro emergência de plântulas de soja após a aplicação dos tratamentos via TS (Figura 3A).

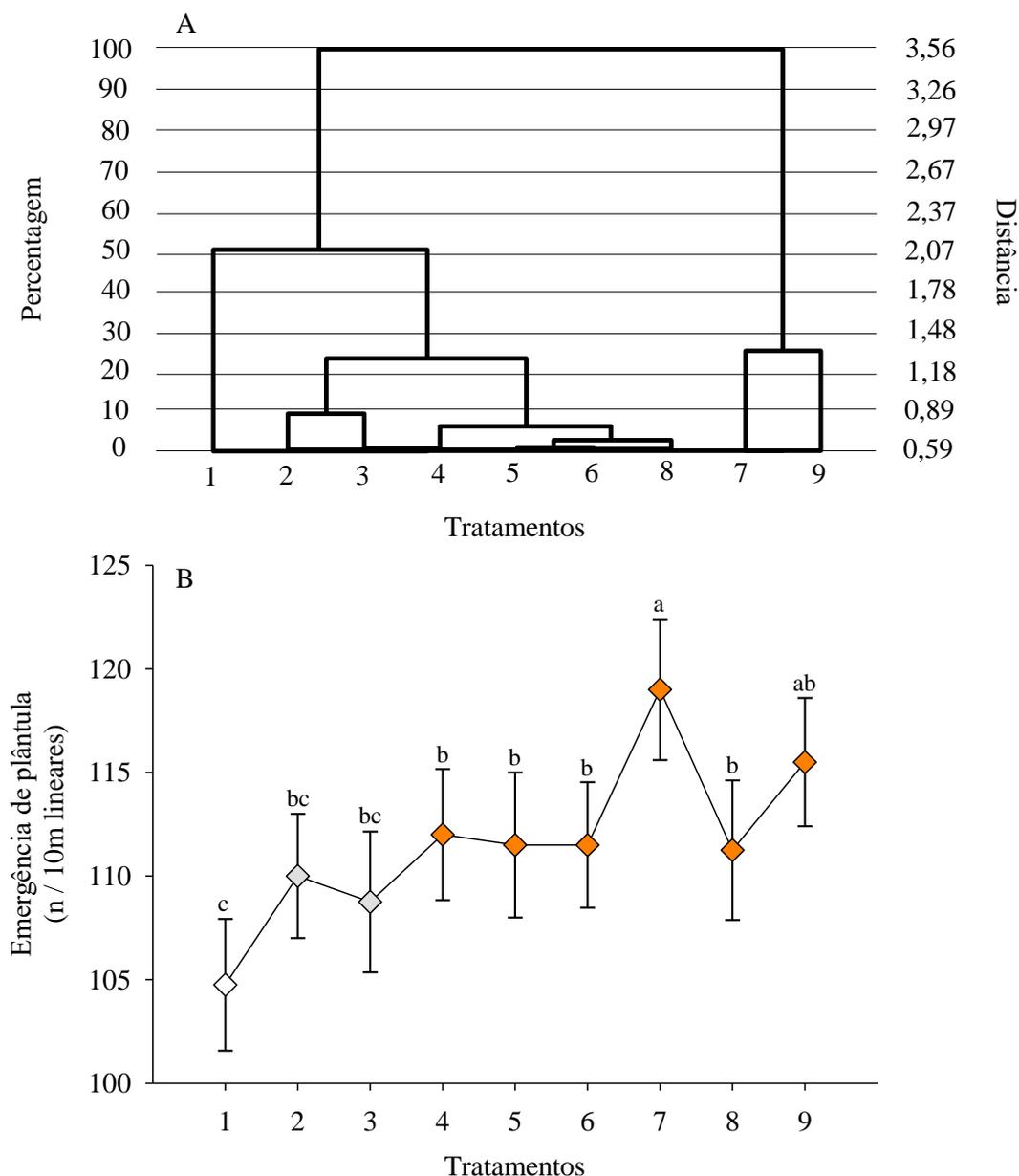


Figura 3. Dendrograma, com base nas distâncias de Mahalanobis (Figura 3A) e emergência de plântulas (n / 10 m lineares) (média \pm EP¹) (Figura 3B) de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina), em áreas de campo infestadas por *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra, para cada DAP, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os tratamentos T7 e T9 formaram um grupo e os T6, T5 e T4 outro grupo. Os tratamentos T3 e T2 equivaleram ao terceiro grupo e, por fim, constituindo um grupo mais isolado, posicionou-se o T1 (testemunha absoluta). Para constatar tais diferenças observadas, os resultados do teste de médias confirmaram que a emergência de plântulas de soja variou em função dos tratamentos avaliados ($F= 18,26$; $P= 0,04$) (Figura 3B). Ou seja, os T7 e T9 correspondendo a maiores valores de emergência de plântulas de soja, os T6, T5 e T4 apresentando valores intermediários e, por fim, os T3, T2 e T1 com menores valores de emergência (Figura 3B).

O vigor das plantas de soja não variou em função dos tratamentos avaliados e representou valores de 100%, independente dos tratamentos (Figura 4). Quanto a sintomas de fitotoxicidade também não houve diferenças significativas entre tratamentos, com nenhum sintoma observado, independentemente de qualquer um dos nove TS aplicados nas sementes de soja no pré-plantio (Figura 4).

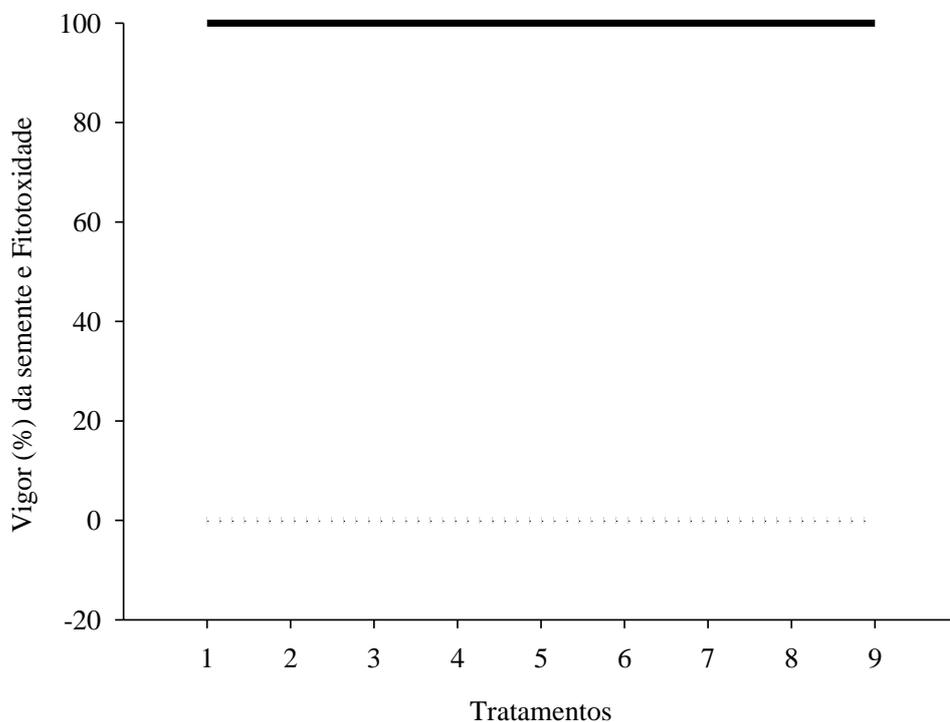


Figura 4. Vigor (%) (linha contínua superior) e fitotoxicidade (linha pontilhada inferior) de plântulas de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina), em áreas de campo infestadas por *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil.

Com relação à germinação das sementes de soja constatou-se diferença significativa entre tratamentos ($F= 20,45$, $P= 0,04$). Nesse caso, os tratamentos T7 e T9 foram aqueles que proporcionaram germinação superiores a 98 e 96%, respectivamente (Figura 5). Os tratamentos T2, T3, T4, T5, T6 e T8 apresentaram valores de germinação intermediários, ou seja, maiores que 90% e menores que 94%, enquanto na testemunha os valores de germinação observados não ultrapassaram os 88% (Figura 5).

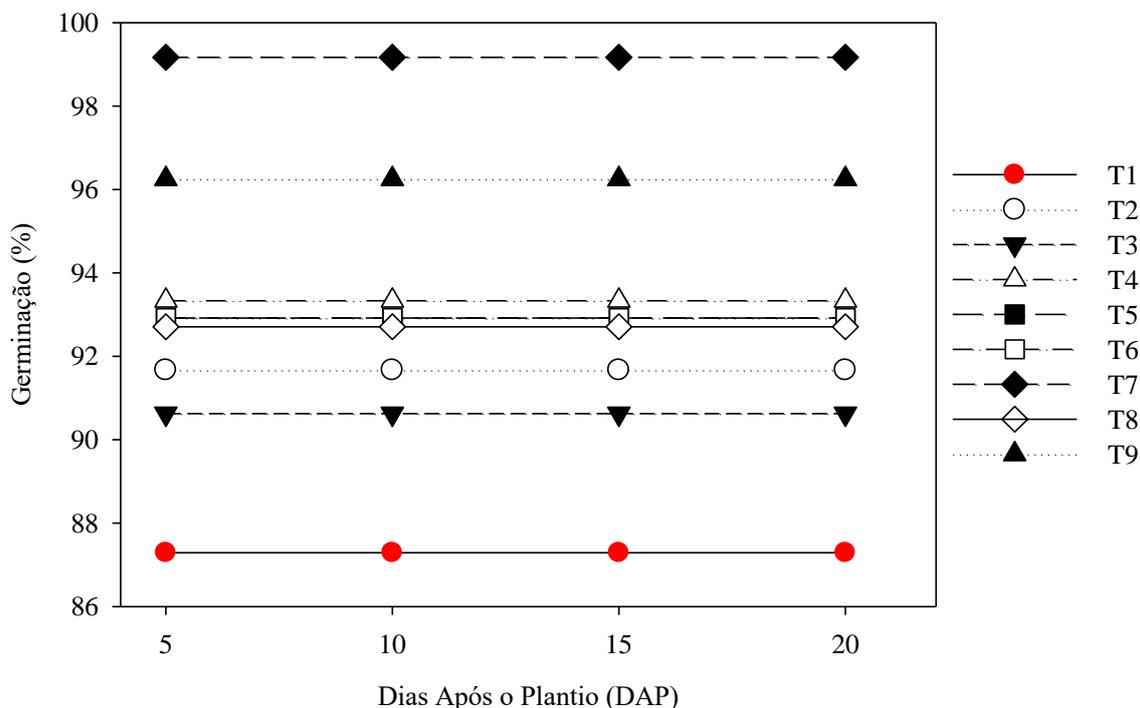


Figura 5. Germinação (%) das sementes de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), submetidas previamente ao plantio com diferentes tratamentos TS constituídos por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina), em áreas de campo infestadas por *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil.

A coleta de indivíduos de *Scutigerella immaculata* apresentou diferenças quanto ao número de indivíduos amostrados, tanto para as coletas através das armadilhas ($F= 34,78$ e $P= 0,04$), bem como naquelas através de contagem direta nas raízes das plantas de soja armadilhas ($F= 43,23$ e $P= 0,03$) (Figura 6). Na testemunha absoluta (sem nenhuma aplicação de TS) foram observados os maiores valores para a coleta de indivíduos de *Scutigerella immaculata*, independentemente se com armadilha ou coleta

direta pelas raízes (Figura 6A e B, respectivamente). O tratamento onde resultou na menor quantidade de indivíduos de *Scutigerella immaculata*, através da coleta de indivíduos coletados pela raiz, foi o T7 em comparação aos demais avaliados (Figura 6B). Enquanto para as coletas através de armadilhas, os T3, T4, T5, T6 e T7 foram aqueles onde nenhum indivíduo da praga avaliada foi verificado como presente (Figura 6A). Na Figura 7 destacamos o comportamento de crescimento populacional da praga, através de regressão polinomial quadrática, ao longo dos dias de coleta através de contagem direta nas raízes das plantas de soja. As curvas de regressão, bem como o coeficiente de determinação ajustado, para cada tratamento, são apresentados à seguir: (T1) $y = 2,45 - 0,07x + 0,0001x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,98$, (T2) $y = 1,14 - 0,01x + 0,0003x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,96$, (T3) $y = 2,20 - 0,07x + 0,0009x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,94$, (T4) $y = 1,99 - 0,06x + 0,0008x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,94$, (T5) $y = 1,44 - 0,02x + 0,0005x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,97$, (T6) $y = 1,75 - 0,04x + 0,0006x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,94$, (T7) $y = 1,58 - 0,03x + 0,0005x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,94$, (T8) $y = 1,83 - 0,05x + 0,0007x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,98$ e, por fim, (T9) $y = 1,45 - 0,02x + 0,0004x^2$ e $R^2_{ajustado} = 0,99$.

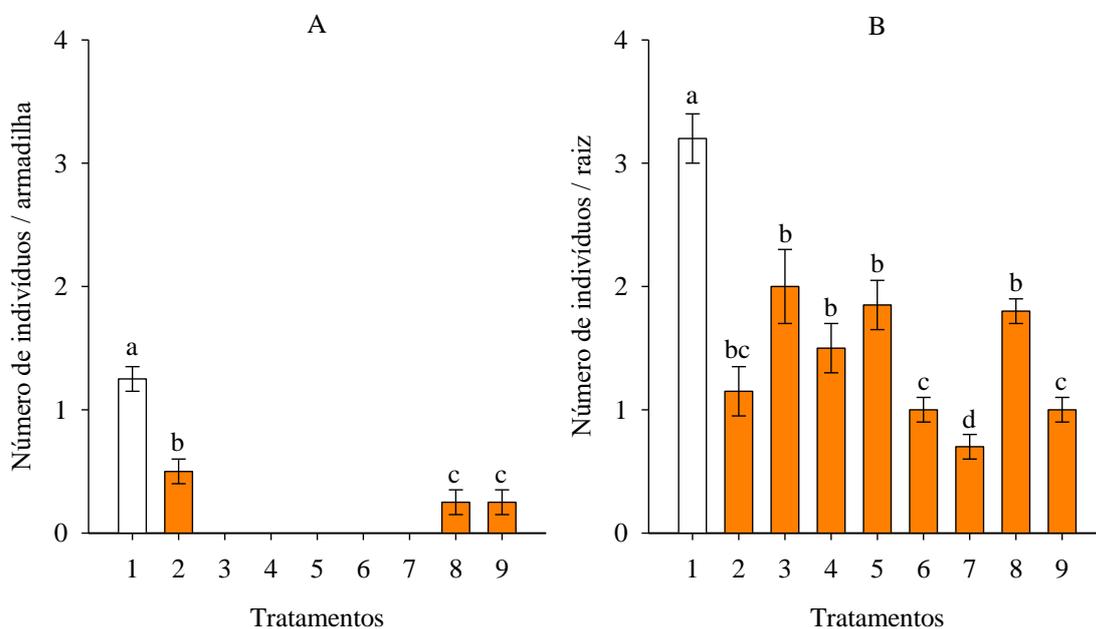


Figura 6. Número de indivíduos (média \pm EP¹) de *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae) amostrados em lavouras de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), através de armadilhas (Figura 6A, direita) ou contagem direta nas raízes (Figura 6B, esquerda) cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra, para cada DAP, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

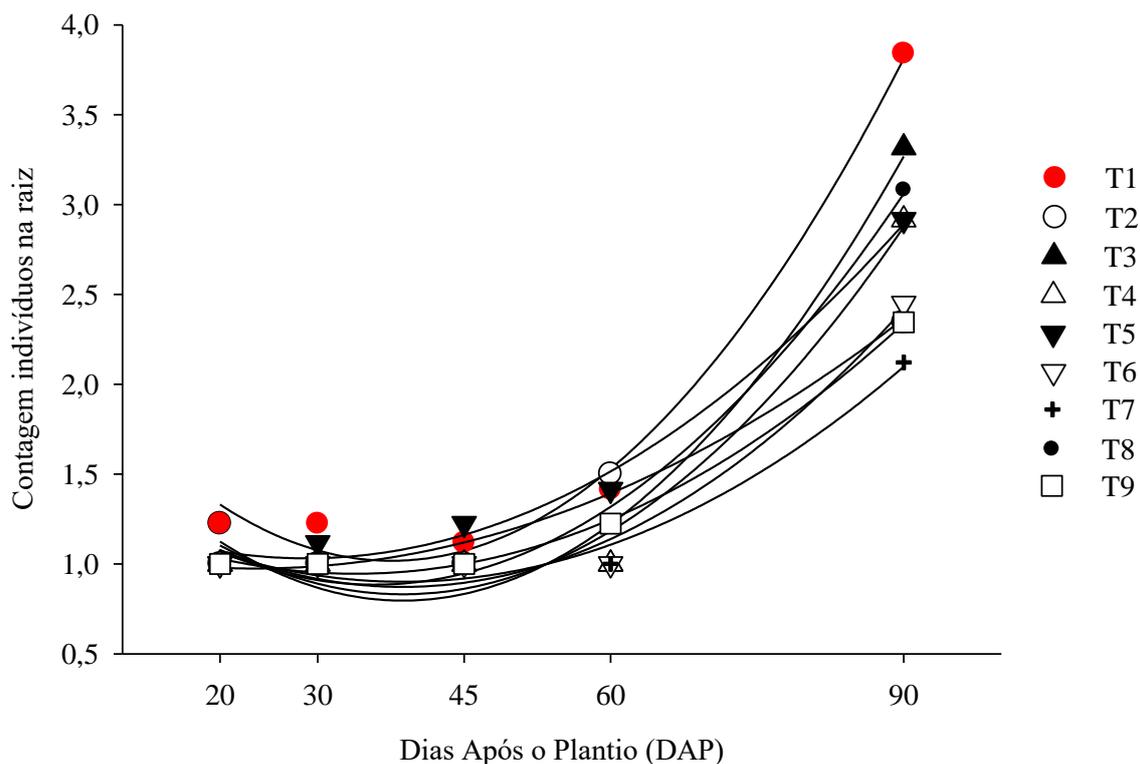


Figura 7. Modelagem matemática, através de análise de regressão, para o número de indivíduos de *Scutigereella immaculata* (Symphyla: Scutigereellidae), amostrados através de contagem direta nas raízes de plantas de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), aos 20, 30, 45, 60 e 90 dias após o plantio (DAP), cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil.

A massa fresca da raiz das plantas de soja, previamente submetidas através de TS, e mensurada aos 20 ($F= 67,89$ e $P= 0,03$), 45 ($F= 56,32$ e $P= 0,03$) e 60 ($F= 80,21$ e $P= 0,03$) DAP diferiu significativamente entre tratamentos, para cada intervalo de tempo quantificado (Figura 8A, 8C e 8E, respectivamente). A massa fresca da parte aérea das plantas de soja também apresentou diferenças significativas, entre tratamentos, para cada intervalo de tempo avaliado, sendo aos 20 ($F= 38,25$ e $P= 0,04$), 45 ($F= 72,41$ e $P= 0,04$) e 60 ($F= 77,21$ e $P= 0,04$) DAP (Figura 8B, 8D e 8F, respectivamente). Aos 20 DAP, a massa fresca da raiz foi menor no T5 (Figura 8A) enquanto aos 45 DAP os tratamentos

que resultaram em uma menor massa fresca da raiz foram os T9, T4, T2 e T1 (Figura 8C).

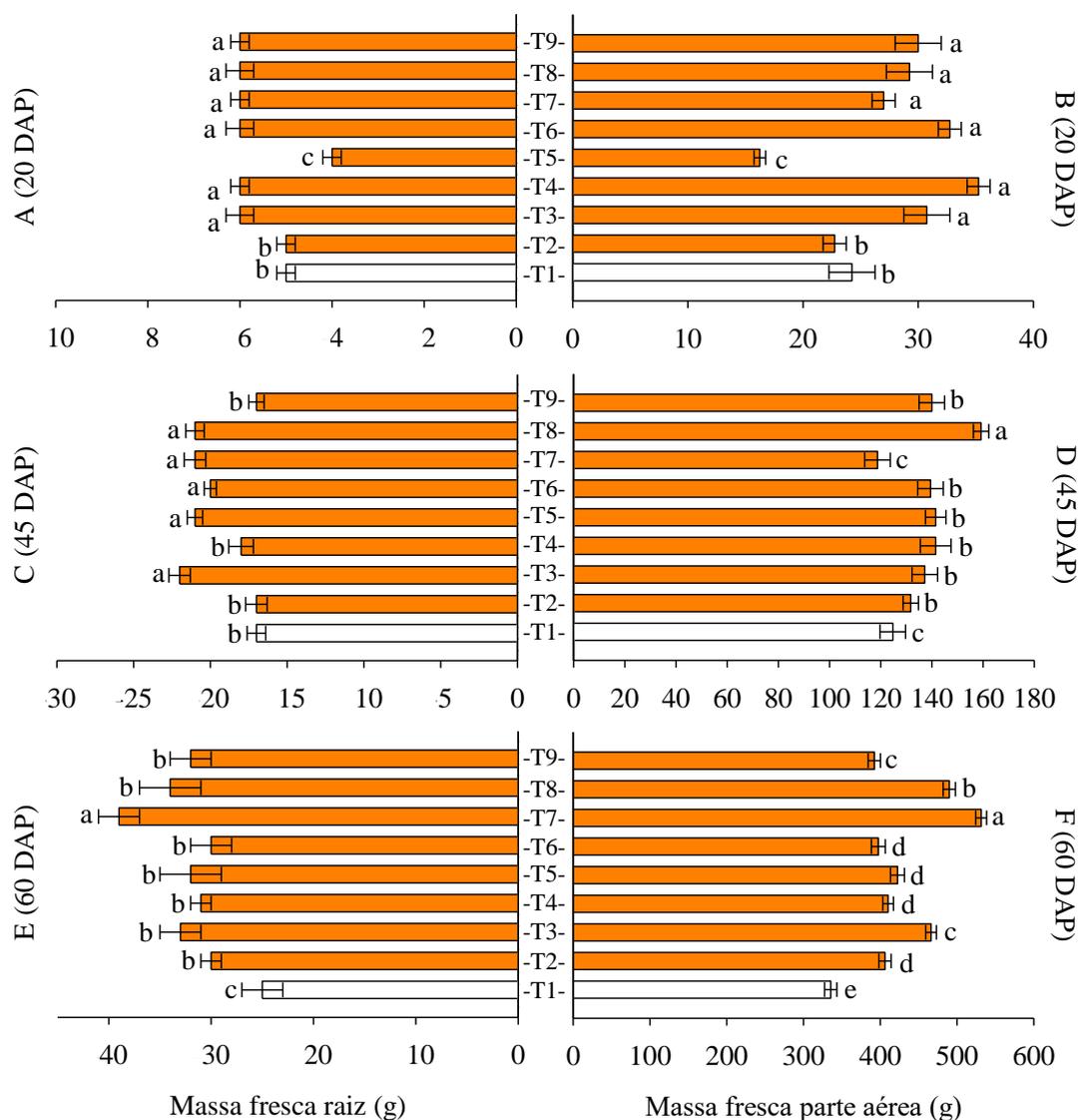


Figura 8. Massa fresca da raiz (g) (média \pm EP¹) (à esquerda) aos 20 (Fig. 8A), 45 (Fig. 8C) e 60 (Fig. 8E) dias após o plantio e da parte aérea (g) (média \pm EP¹) (à direita) aos 20 (Fig. 8B), 45 (Fig. 8D) e 60 (Fig. 8F) dias após o plantio de plantas de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina), em áreas de plantio de campo infestadas por *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Aos 60 DAP o tratamento que apresentou menor valor de massa fresca da raiz foi a testemunha absoluta, ou seja, o T1 (Figura 8E). Para as médias observadas da massa fresca da parte aérea das plantas de soja, observamos que aos 20 DAP, o T5 influenciou em menores médias em comparação aos demais tratamentos (Figura 8B). Aos 45 DAP os tratamentos T7 e T1 apresentaram menores valores para esse parâmetro (Figura 8D), enquanto aos 60 DAP os tratamentos que originaram as maiores e menores massas fresca nas plantas de soja foram os T7 e T1, respectivamente (Figura 8F).

Por fim, a produtividade das plantas de soja não diferiu entre os tratamentos TS de proteção contra o ataque de *Scutigerella immaculata* e, portanto, utilizados na presente pesquisa ($F= 10,81$ e $P= 0,06$) (Figura 9).

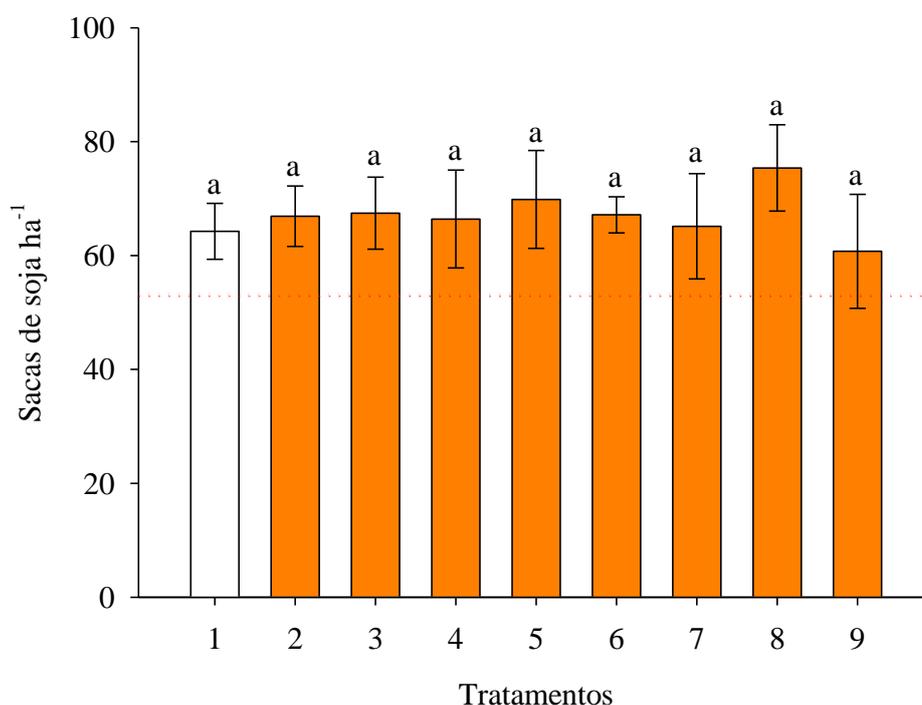


Figura 9. Produtividade (sacas ha⁻¹) (média ± EP¹) de plantas de soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), cujas sementes foram previamente tratadas (TS) por T1 (testemunha absoluta), T2 (pirazol), T3 (imidacloprido + neonicotinóide), T4 (neonicotinóide), T5 (*Bacillus amyloliquefaciens*), T6 (neonicotinóide + pirazol), T7 (neonicotinóide + lambdacialotrina), T8 (neonicotinóide + pirazol + *B. amyloliquefaciens*) e T9 (antranilamida + lambdacialotrina + avermectina), em áreas de plantio de campo infestadas por *Scutigerella immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). Açailândia, estado do Maranhão, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Linha vermelha na horizontal representa a média atual em produtividade da soja no Brasil (56 sacas ha⁻¹) fonte: www.embrapa.br.

DISCUSSÃO

O presente trabalho investigou duas facetas relacionadas ao tratamento de sementes (TS) de plantas de soja, (i) através de parâmetros de qualidade fitotécnica na ocasião da germinação e sua pós-germinação (incluindo análise sobre a produtividade final) e, bem como, (ii) buscando respostas para o controle de uma nova praga que vem gerando, ao longo de poucas safras, preocupações por parte de sojicultores da região do MAPITOPA: a *Scutigerella immaculata*. Medidas protetivas para sementes de soja não são uma novidade na produção desse grão em termos nacionais. Tecnologias de TS para soja, como inoculações artificiais (por exemplo), tem revolucionado sua produção, sendo um dos fatores para alcance de altas produtividades (Brzezinski et al. 2015, Souza et al. 2016). Porém, deixamos evidente que a proposta aqui apresentada se refere ao TS para fins de controle de uma praga exótica com hábitos semelhantes ao daquelas que possuem infestações de forma inicial em plantas de soja, tais como, *Agrotis ipsilon*, a lagarta-rosca, da soja (Grande & Rando 2018).

Muito pouco, ainda, se conhece sobre os reais efeitos da exposição de sementes à produtos xenobióticos para fins de medidas de proteção contra pragas, principalmente quando consideramos inseticidas químicos sintéticos. Inseticidas de grupos diversos como pirazóis, piretróides, neonicotinóides, antranilamidas e, inclusive, produtos biológicos de origem direta como *Bacillus amyloliquefaciens* ou indireta, como as avermectinas (lactonas macrocíclicas derivadas da fermentação do fungo *Streptomyces avermitilis*) foram explorados no presente trabalho, inclusive sob uma perspectiva de misturas binárias ou terciárias. Esse tipo de mistura tem sido referenciado como importante no controle de pragas (Gandini et al. 2020) e em termos produtivos (Zandoná et al. 2019). Portanto, deixamos claro a complexidade perante o entendimento das respostas biológicas aqui apresentadas quando consideramos a mistura em TS de produtos protetivos de diferentes naturezas químicas e biológicas. Mas imaginamos, ao definir os tratamentos utilizados, que dessa forma ocorreria maior aproximação entre as condições experimentais que utilizamos junto com a realidade agrícola atual no Brasil, onde a mistura de produtos de natureza distinta é uma prática cada vez mais comum e com pontos positivos no campo, seja em termos operacionais ou em termos de economia de aplicações (Gazziero 2015, Rakes et al. 2017).

Adicionalmente, exploramos no presente trabalho a questão de distribuição dos dados relativos à variável dependente altura de plantas de soja após o TS por quatro

diferentes intervalos de tempo. A justificativa para isso foi comprovar à empresa demandante desse ensaio experimental a necessidade, junto aos seus protocolos avaliativos, de aumentar o tempo de coleta de dados para essa variável. Alguns protocolos internos da empresa Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S/A tem priorizado intervalos de avaliação para a altura de plantas aos 10 e 20 DAP (dias após o plantio) após exposição de sementes a um determinado TS. Todavia, comprovamos que o prolongamento das observações pode detectar maiores efeitos biológicos de um dado TS, como claramente ocorrido aos 30 e 40 DAP. Nesses dois últimos intervalos de tempo, foram observadas as mais discrepantes medidas de dispersão dos dados o que remete a conclusões mais assertivas sobre o efeito biológico para determinado TS na planta de soja.

Ainda sobre a altura de plantas de soja, principalmente nos dois últimos intervalos pós-plantio (30 e 40 DAP), não sabemos informar com precisão as razões pelo fato de que o efeito dos tratamentos T3 e T4 terem sido semelhantes ao da testemunha. Isso não deve estar correlacionado com a falta de eficiência desses dois produtos contra a praga *Scutigerella immaculata*, pois outros tratamentos, como os T5 e T8 também não foram aqueles de melhor controle contra essa praga, conforme observado para o número de indivíduos coletados nas raízes (ver Figura 6B). E isso é imperativo afirmar, pois os demais tratamentos obtiveram valores para a altura de plantas superiores e significativamente semelhantes ao longo das nossas observações. Na literatura há relatos que determinados TS em soja possam interferir na altura de plantas (Ribeiro et al. 2014, Brzezinski et al. 2015, Rios et al. 2018).

Aos menos quatro grupos oriundos da exposição dos tratamentos avaliados, com respostas biológicas distintas para a emergência de plântulas de soja, foram verificados, através da análise de dendrograma executada e com diferenças confirmadas através do teste de médias. E isso nos dá indícios de que dependendo da natureza do TS utilizado, essa emergência pode sofrer maior ou menor plasticidade. Alguns trabalhos confirmam essa afirmação (Ferreira et al. 2016, Pereira et al. 2020). E isso também ficou claro para a germinação das sementes de soja. Uma primeira questão observada foi que as sementes de soja sem TS tiveram valores de germinação e emergência inferiores em comparação com aquelas onde o TS foi utilizado. O que representa uma vantagem para o estabelecimento dessa planta em campo. Por outro lado, dentro daqueles tratamentos com TS, houve diferenças nessas respostas biológicas. O T7 foi aquele tratamento que originou melhores valores de germinação e emergência de plântulas de soja em

comparação com os demais avaliados. Produtos à base de neonicotinóides e piretróides tem sido investigado quando expostos a sementes vegetais, com respostas distintas observadas (Bortoletto et al. 2017, Bork et al. 2018, Lamichhane et al. 2020). Nosso design experimental, bem como coleta de variáveis dependentes, não nos permitiu inferir se o efeito do TS proposto para a emergência de plântulas levou a uma relação de antagonismo na semente ou sinergismo, como no caso do T7 com maiores valores de emergência. Mas percebemos claramente que a emergência de plântulas foi sim um parâmetro mais sensível aos tratamentos utilizados do que, por exemplo, o vigor da semente, além dos sinais visuais de fitotoxicidade que não destoaram entre tratamentos.

As amostragens de *Scutigerella immaculata* através de contagem direta nas raízes das plantas, apesar de ser um tipo de amostragem ativa e destrutiva, aparenta ter sido aquela que melhor detectou a presença da praga em comparação com aquelas armadilhas oriundas de iscas com batatas no solo. Outras pragas na soja que provocam danos semelhantes, também são amostradas através de análises destrutivas (Bortolotto et al. 2015). A amostragem de pragas no solo não é uma tarefa tão simples, como aquelas oriundas de parte aérea (Benjamin & Nielsen 2004). Portanto sugerimos que programas de amostragem da *Scutigerella immaculata* devam fazer uso de ambas as formas de amostragem para ocorrer complementação. Isso serve para que as deficiências da amostragem de um dado método possa ser suprimidas pela complementação de outro. E isso é pertinente para exemplificar o fato de que não necessariamente onde ocorreu a ausência da praga através de iscas de batata equivalha ao efeito dos melhores tratamentos, como verificado nos tratamentos T3, T4, T5, T6 e T7 (ver Figura 6A). Isso pode ter ocorrido devido a deficiência inerente da isca para atrair indivíduos de *Scutigerella immaculata*. Por outro lado, observou-se que na contagem direta das raízes das plantas de soja, o T7 foi aquele tratamento com menor incidência da praga. Inseticidas neonicotinóides e piretróides são importantes aliados contra herbívoros na soja (Bortolotto et al. 2015, Joseph et al. 2017). Não devemos apontar a falta de eficiência dos demais tratamentos contra o ataque de *Scutigerella immaculata* sob condições de campo. Mesmo porque, todos os tratamentos TS, sem exceção, obtiveram respostas no controle da praga superiores em comparação à testemunha.

Sugerimos, mesmo assim, que o desenvolvimento de futuros protocolos de ação contra *Scutigerella immaculata* devam perpetuar a ideia de se utilizar misturas binárias e com os produtos à base de inseticidas neonicotinóides e piretróides, como foi composto o T7 pela sua relativa eficácia, como aqui comprovado. E outro argumento para confirmar

tal afirmação foi o fato de que esse tratamento proporcionou respostas favoráveis para o desenvolvimento da planta em termos de formação de massa seca e fresca, o que auxilia no seu estabelecimento da cultura da soja, pelo menos, de forma inicial.

A produtividade observada no presente trabalho, independente dos tratamentos utilizados, foi superior à média nacional o que indica que as condições de preparo de solo, plantio, tatos culturais, escolha de variedade, bem como as condições edafoclimáticas oriundas do município de Açailândia (MA) estiveram equivalentes à obtenção de altos rendimentos para esse grão. O estado do Maranhão, atualmente, tem sido referenciado como uma das novas fronteiras agrícolas para produção de soja em território brasileiro (Martinelli et al. 2017). Pragas com hábitos iniciais em plantios de soja, apesar de precocemente causarem danos com perdas perceptíveis nas lavouras, também podem levar a redução na sua produtividade (Abudulai et al. 2012, Sentelhas et al. 2015). Todavia, isso não foi observado no presente trabalho, mesmo considerando os tratamentos que tiveram baixo controle de *Scutigerella immaculata* nas fases iniciais de cultivo. Uma pista para justificar a ausência do efeito significativo entre tratamentos pode ter sido a própria alta produtividade da região, implicando que outros fatores como adubação adequada, condições climáticas e manejo da planta de soja possam ter sobrepujado o impacto negativo da presença da praga no final do ciclo. Salientamos que dentro da temática de tratamento de sementes da soja contra pragas iniciais, o próprio TS não pode ser entendido como única forma para eliminar por completo a população de *Scutigerella immaculata* no solo. Outras técnicas como época de semeadura, rotação de culturas e manejo do solo no pré-plantio também favorecem no controle de pragas com hábito de ataque inicial ao pós-plantio (Athow 1981, Bortolotto et al. 2015). Essas variáveis não foram convenientemente exploradas no presente trabalho e devem receber aperfeiçoamentos futuros para fins de pesquisa.

Por fim, o TS tende a exercer melhor proteção ao sistema radicular na fase inicial das plântulas de soja, como diagnosticado no presente trabalho, mas não nos permite inferir sobre a sanidade do sistema radicular dessas plantas do meio ao final do seu ciclo fenológico. O plano de amostragem e design experimental concebido no presente experimento não nos permitiu acessar a população de *Scutigerella immaculata* até a fase final do ciclo da soja, mas supomos que essa praga tenha sim hábitos semelhantes ao de pragas iniciais já conhecidas na soja e que a produtividade semelhante entre tratamentos nos fornece indícios para acreditar nessa possibilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As avaliações sobre a altura de plantas de soja, após TS, demonstraram maiores variações em função das respostas biológicas oriundas dos tratamentos a partir do 30 DAP;
- Os parâmetros altura de plantas, emergência de plântulas, germinação das sementes, massa fresca da raiz e da parte aérea foram sensíveis quanto a aplicações dos diferentes TS avaliados;
- O vigor de plantas, sintomas de fitotoxicidade e produtividade das plantas de soja não diferiram entre os tratamentos avaliados;
- As amostragens através de avaliações nas raízes das plantas para contagem da praga *Scutigerella immaculata* representaram maior número de indivíduos em comparação às iscas nas condições de campo deparadas;
- Para a amostragem através da contagem direta nas raízes, o T7 (neonicotinoide + piretróide) foi aquele que proporcionou menor número médio de indivíduos de *Scutigerella immaculata*, enquanto *B. amyloliquefaciens* demonstrou valores intermediários de controle;
- O aumento populacional da praga *Scutigerella immaculata* foi mais pronunciado a partir do intervalo entre o 60 e 90 DAP, em comparação às amostragens realizadas aos 20, 30 ou 45 DAP.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao IF Goiano (Campus Urutaí) pela concessão de apoio financeiro em forma de bolsas de estudo. A empresa Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S/A pelo apoio logístico na execução do presente trabalho, bem como fornecimento de produtos e apoio. E, por fim, ao Programa Profissional de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, pelo estímulo ao desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Athow KL. 1981. Soybean pest management. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. 58: 130-135.

Barros GSC, HFS Spolador & MRP Bacchi. 2009. Supply and demand shocks and the growth of the Brazilian agriculture. **RBE**. 63: 35-50.

Benjamin JG & DC Nielsen. 2004. A method to separate plant roots from soil and analyze root surface area. **Plant and Soil**. 267: 225-234.

Berry RE. 1973. Biology of the predaceous mite, *Pergamasus quisquiliarum* on the garden symphylan, *Scutigera immaculata* in the laboratory. **Annals of the Entomological Society of America**. 66: 1354-1356.

Bork CR, AS Almeida, CS Castellano, G Zimmer, TD Avila, GE Meneghello, SM Dellaostin, DB Rodrigues, F Mattos, C Rossetti, HW Fonseca, C Tunes, AS Suñé, B Barreto, LM Tunes & LOB Suchch. 2018. Soybean industrial seed treatment: effect on physiological quality during storage. **Journal of Agricultural Science**. 10: 468-476.

Bortoletto WV, WR Macedo, TC Oliveira & DS Souza. 2017. Agrochemicals and storage times on soybean seed vigor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 52: 129-132.

Bortolotto OC, A Pomari-Fernandes, RCOF Bueno, AF Bueno, YKS Kruz, AP Queiroz, A Sanzovo & RB Ferreira. 2015. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**. 1: 25-32.

Bovi TS, R Zaluski & RO Orsi. 2018. Toxicity and motor changes in africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) exposed to fipronil and imidacloprid. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 90: 239-245.

Brzezinski CR, AA Henning, J Abati, FA Henning, JB França-Neto, FC Krzyzanowski & C Zucareli. 2015. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**. 37: 147-153.

Ferreira TF, JA Oliveira, RA Carvalho, LS Resende, CGM Lopes & VF Ferreira. 2016. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**. 38: 278-286.

Gandini, E.M.M., Costa, E.S.P., Santos, J.B., Soares, M.A., Barroso, G.M., Corrêa, J.M., Carvalho, A.G., Zanuncio, J.C., 2020. Compatibility of pesticides and/or fertilizers in tank mixtures. **Journal of Cleaner Production**. 268, 122152.

Gazziero DLP. 2015. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**. 33: 83-92.

Gould G. E. Edwards. C. A. 1968. Damage to field corn by symphylans. **Proceedings of the Indiana Academy of Science**. 77: 214–221.

Grande MLM & JSS Rando. 2018. Integrated pest control adopted by soybean and corn farmers in Londrina, Paraná state, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**. 85: 1-4. e0242015.

Hawkins DM. 2004. The problem of overfitting. **Journal of Chemical Information and Computer Science**. 44: 1-12.

Henderson CF & EW Tilton. 1995. Test with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**. 43: 157-161.

Joseph SV. 2015. Effects of direct and indirect exposure of insecticides to garden Symphylan (Symphyla: Scutigereidae) in laboratory bioassays. **Journal of Economic Entomology**. 1-8. DOI: 10.1093/jee/tov227

Joseph SV, T Martin, K Steinmann & P Kosina. 2017. Outlook of pyrethroid insecticides for pest management in the Salinas Valley of California. **Journal of Integrated Pest Management**. 8: 1-11.

Lamichhane JR, MP You, V Laudinot, MJ Barbetti & JN Aubertot. 2020. Revisiting sustainability of fungicide seed treatments for field crops. **Plant Disease**. 104: 610-623.

Laurance WF, TE Lovejoy, HL Vasconcelos, EM Bruna, RK Didham, PC Stouffer, C Gascon, RO Bierregaard, SG Laurance & E Sampaio. 2002. Ecosystem decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**. 16: 605-618.

Loureiro MC & JD Galvão. 1970. Nota sobre *Hanseniella* sp. (Symphyla) praga de arroz (*Oryza sativa* L.) em Viçosa, Minas Gerais. **Ceres**. 17: 86-90.

Martinelli LA, M Batistella, RFB Silva & E Moran. 2017. Soy expansion and socioeconomic development in municipalities of Brazil. **Land**. 6: 62. doi:10.3390/land6030062

Michelbacher AE. 1938. The biology of the garden centipede, *Scutigereilla immaculata*. **Hilgardia**. 11:55-148.

Morais JW & EP Silva. 2009. Occurrence of Symphyla (Myriapoda) in the region of the Upper Solimões River, Amazonas, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 44: 981-983.

Pereira RC, MF Pelloso, LV Correia, TC Matera, RF Santos, AL Braccini, GG Bastiani, C Coppo & BG Silva. 2020. Physiological quality of soybean seeds treated with imidacloprid before and after storage. **Plant, Soil and Environment**. 66: 513-518.

Rakes M, AD Grützmacher, JB Pazini, RA Pasini & CE Schaedler. 2017. Physicochemical compatibility of agrochemical mixtures in spray tanks for paddy field rice crops. **Planta Daninha**. 35: e017165185.

Reed GF, F Lynn & BD Meade. 2002. Use of coefficient of variation in assessing variability of quantitative assays. **Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology**. 9: 1235-1239.

Ribeiro Junior JI & ALP Melo. 2009. Guia prático para utilização do SAEG. **Viçosa: Editora Independente**. 287p.

Ribeiro WRM, LP Pacheco, FP Monteiro, FA Petter, WL Carvalho, TO Sousa, AVS Gualberto & F Alcântara Neto. 2014. Fungicides phytotonic action on the development of soybean. **African Journal of Agricultural Research**. 9: 3283-3290.

Rios FA, SEKR Freitas, RL Contiero, GBP Braz, R Roman, RB Belani & V Catapan. 2018. Agronomic performance of soybean treated with *Bacillus amyloliquefaciens*. **African Journal of Microbiology Research**. 12: 1020-1027.

Sentelhas PC, R Battisti, GMS Câmara, JRB Farias, AC Hampf & C Nendel. 2015. The soybean yield gap in Brazil – magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. **Journal of Agricultural Science**. 1-18. doi:10.1017/S0021859615000313

Souza R, I Teixeira, E Reis & A Silva. 2016. Soybean morphophysiology and yield response to seeding systems and plant populations. **Chilean Journal of Agricultural Research**. 76: 3-8.

Swenson KG. 1966. Infection of the garden symphylan, *Scutigera immaculata*, with the DD-136 nematode. **Journal of Invertebrate Pathology**. 8: 133-134.

Waterhouse JS. 1968. Studies on the garden symphylan, *Scutigera immaculata* (Symphyla: Scutigerellidae). **The Canadian Entomologist**. 100: 172-178.

Zandoná RR, PC Pazdiora, JB Pazini, EJ Seidel & LZ Ethur. 2019. Chemical and biological seed treatment and their effect on soybean development and yield. **Revista Caatinga**. 32: 559-565.