

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

**FONTE E DOSES DE FÓSFORO SOBRE A INCIDÊNCIA DOS PRINCIPAIS
INSETOS PRAGAS NA CULTURA DA SOJA**

ANGÉLICA DA SILVA OLIVEIRA

BOM JESUS-PI
2018

**FONTES E DOSES DE FÓSFORO SOBRE A INCIDÊNCIA DOS PRINCIPAIS
INSETOS PRAGAS NA CULTURA DA SOJA**

ANGÉLICA DA SILVA OLIVEIRA

Bióloga

Orientador: Prof^a. Dr^a. Luciana Barboza Silva

Coorientadores: Dr. João Carlos Medeiros
Dr. Alexandre Faria da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí - UFPI, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração (Entomologia).

BOM JESUS – PI
2018

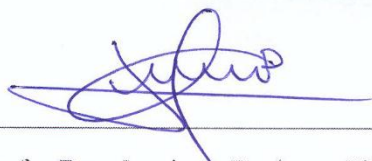
**FONTES E DOSES DE FÓSFORO SOBRE A INCIDÊNCIA DOS PRINCIPAIS
INSETOS PRAGAS NA CULTURA DA SOJA**

Por

ANGÉLICA DA SILVA OLIVEIRA

Aprovada em: / /

Banca Examinadora



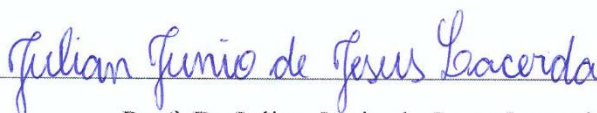
Profª. Dra. Luciana Barboza Silva (Orientadora)

(UFPI)



Profª. Dra. Jacqueline Zanon de Moura

(UFPI)



Prof. Dr Julian Junio de Jesus Lacerda

(UFPI)



Profª. Dra. Francisca Diana da Silva Araújo

(UFPI)

Aos meus amados pais: Antônia de Jesus da Silva (*in memoriam*) por ter sido a base de tudo que faço, por todos os ensinamentos concedidos com muito amor durante toda essa jornada, pelos imensuráveis esforços realizados para que eu pudesse conquistar essa vitória. Sua presença é constante em meu coração. Tenho certeza que onde estiver, estará muito feliz com mais essa conquista na minha vida. E ao meu amado Pai Antônio de Souza Oliveira, por todo amor, ajuda e companheirismo em todos os dias da minha vida, homem de um coração puro e bondoso.

Aos meus irmãos que têm sido um verdadeiro presente de Deus.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao nosso DEUS misericordioso, que sempre esteve presente em minha vida, dando-me forças para prosseguir na caminhada tão árdua e que, com a vossa infinita sabedoria, realiza os nossos sonhos.

Aos meus amados pais, Antônio de Souza Oliveira e Antônia de Jesus da Silva (*in memoriam*) pelo amor, carinho, compreensão, esforço e apoio para a concretização deste trabalho. Vocês são minha inspiração. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Adryan Francisco, Adonay Francisco e Andressa Francisca, pelo amor, por serem minha inspiração! Amo vocês!

Aos meus Padrinhos Francisca e Augusto, por todo amor, e por me apoiaram em todos os momentos!

Aos meus familiares pelo incentivo durante todos os momentos da minha vida!

Á minha orientadora Luciana Barboza, pela confiança, paciência, por compartilhar de todo seu conhecimento e por toda ajuda na realização deste trabalho, e por ter moldado muitas coisas em mim. Mais do que tudo, seu exemplo de profissional, a qual eu tenho grande admiração e respeito.

Á meu Coorientador Alexandre Faria, pela amizade, conhecimentos e incentivos concedidos para realização deste trabalho.

Á Professora Gleydiane Lopes, pelos conhecimentos compartilhados e por me incentivar nas pesquisas de laboratório.

Aos professores da Pós-graduação em Agronomia-Fitotecnia com os quais tive o privilégio de aprender e pelo auxílio em alguma etapa deste trabalho.

Aos meus amigos do curso de Mestrado, Adriana Souza, Diego Jânio, Rose Morais, Euvaldo Souza e Fernanda Mascarenhas, Kellem Ângela, pela amizade, ajudas e momentos de alegrias.

Aos meus amigos de república Luciano Santos, Gerson da Silva e Fátima Pires, que me proporcionaram muitos momentos descontraídos, pelo companheirismo, e carinho. Os levarei para sempre em meu coração.

Aos amigos do laboratório de Fitotecnia, Neurandi Sobrinho, Raimundo Henrique, Luis Gabriel, Diego Carvalhinho, Sandro Carvalhinho, Larissa Albuquerque, Thiago Rodrigues, pela amizade, convívio diário, ajudas e momentos de descontração.

Às minhas amigas Thalia Lima, Luana Almeida, Lorrana Oliveira, Maísa Veras e Hingrid Rayane, pela amizade, companheirismo nos momentos mais difíceis como nos momentos de alegria. As levarei para sempre em meu coração.

Aos meus amigos de longas datas, Leonardo Simeão e Luzia Santos, pela amizade, carinho, por serem meu porto seguro nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de realizar este trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE), pela oportunidade de me tornar Mestre em Agronomia-Fitotecnia.

A todos aqueles que eu possa ter esquecido de citar, mas que de alguma forma estiveram próximos de mim, contribuindo para a concretização deste trabalho.

A todos, muito obrigada!

BIOGRAFIA

Angélica da Silva Oliveira, filha de Antônio de Souza Oliveira e Antônia de Jesus da Silva, nascida em 21 de outubro de 1992 e natural de Altos-PI. Coursou de 2002-2005 o ensino fundamental na Unidade Escolar Eva Marques, e o ensino médio na Unidade Escolar Cezar Leal, concluindo-o em 2009, ambas na cidade de Pau D'Arco do Piauí. Em 2011, foi aprovada pela Universidade Federal do Piauí - Campus Profª. Cinobelina., na qual tornou-se Licenciada em Ciências Biológicas, concluindo a graduação em 2015. Foi integrante do EPMIP (Experimentações e Pesquisas em Manejo Integrado de Pragas). Em março de 2016, na mesma instituição, iniciou o curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Agronomia-Fitotecnia (PPG Fitotecnia), concluindo o curso em Abril de 2018.

SUMÁRIO

RESUMO:	II
ABSTRACT:	Erro! Indicador não definido.
LISTAS DE TABELAS	IV
LISTAS DE FIGURAS	IV
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Nutrição de plantas	14
2.2 Efeitos do fósforo sobre os insetos pragas.....	17
2.3 Estado nutricional da planta hospedeira e a incidência de pragas	18
2.4 Importância Econômica da Cultura da Soja	20
2.5 Principais insetos-pragas da cultura da soja	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Local do experimento	23
3.2 Tratamentos e delineamento experimental:	23
3.4 Amostragem foliar:.....	24
3.5 Área foliar:.....	24
3.6 Componentes de produção:	24
3.7 Monitoramentos de insetos associados:.....	24
3.8 Análise estatística	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	46
6. REFERÊNCIAS	47

DOSES E FONTES DE FÓSFORO SOBRE A INCIDÊNCIA DOS PRINCIPAIS INSETOS PRAGAS NA CULTURA DA SOJA

RESUMO:

O suprimento equilibrado de P pode influenciar diretamente na produtividade das culturas, como afetar indiretamente incidência de insetos-pragas na cultura da soja, pois as plantas que se desenvolvem recebendo diferentes quantidades de nutrientes podem apresentar certa tolerância ao ataque de insetos. A quantidade de um nutriente pode favorecer, ou não, a incidência dos insetos na cultura. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar como adubação fosfatada afeta a ocorrência de insetos-pragas na cultura da soja e a produtividade. Para isso, foi realizado um experimento na Fazenda São João no município de Currais, Piauí a 9°3'25.69" Sul e 44°33'12.89" Oeste. Foram utilizadas duas fontes de fósforo, Superfosfato Simples (SS) e Mono-Amônio-Fosfato (MAP) em cinco doses de P₂O₅ (0, 100, 200, 300, 400 kg ha⁻¹), com quatro repetições, em delineamento de blocos casualizados, com duas abordagens estatísticas, a primeira abordagem procedeu com a análise em esquema fatorial duplo para doses e fontes de fósforo (2x5), a segunda abordagem se caracterizou por tipos de fatores mistos (qualitativos e quantitativos) caracterizando um fatorial triplo (2x5x1) (duas fontes, cinco doses P e ocorrência dos insetos). Foram realizadas amostragens dos insetos semanalmente a partir do estágio V5 da cultura, utilizando-se o método do pano de batida. Foram avaliados também os componentes de rendimento e os teores de P, N, Cu, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Bo e Zn nas folhas. De acordo com os resultados, a adubação fosfatada afeta a incidência de *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* e *E. heros*. Para os teores de nutrientes da folha, a adubação com superfosfato simples proporcionaram maiores concentrações de Mg, S, Fe e Mn. Em relação aos componentes de rendimento, a fonte de superfosfato simples proporcionou maior produtividade, na dose de 300 kg.ha⁻¹ com média de 2.531 kg ha⁻¹. Observou-se nos dados da análise de trilha que Cu, Fe e Mg afetaram a incidência dos insetos, Cu e Fe afetaram negativamente e Mn positivamente. A ocorrência de *E. lignosellus* afeta diretamente a produtividade da soja. Nesse sentido, a adubação equilibrada nos cultivos de soja, deve ser considerada como forma de manejo de insetos pragas.

Palavras chaves: Nutrição de plantas, fósforo, *Glycine max*, tolerância de plantas

DOSES AND SOURCES OF PHOSPHORUS ON THE INCIDENCE OF THE MAJOR INSECTS PESTS IN SOYBEAN CULTURE

SUMMARY:

The equilibrium supply of P can directly influence crop productivity, as it indirectly affects the incidence of insect pests in soybean, because plants that grow with different amounts of nutrients may have a tolerance to insect attack. The amount of a nutrient may or may not favor the incidence of insects in the crop. In this context, the objective of this work was to evaluate how phosphatic fertilization affects the occurrence of insect pests in soybean crop and yield. For this, an experiment was carried out at Fazenda São João in the municipality of Currais, Piauí at 9 ° 3'25.69 "South and 44 ° 33'12.89" West. Two sources of phosphorus, single superphosphate (SS) and mono-ammonium-phosphate (MAP) were used in five doses of P₂O₅ (0, 100, 200, 300, 400 kg ha⁻¹), with four replications, in a block design (2x5), the second approach was characterized by mixed factor types (qualitative and quantitative), characterizing a triple factorial (2x5x1), with a double factorial scheme for doses and sources of phosphorus (2x5) (two sources, five P doses and occurrence of insects). Samples were weekly collected from the V5 stage of the culture using the beat cloth method. The yield components and the contents of P, N, Cu, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Bo and Zn in the leaves were also evaluated. According to the results, phosphate fertilization affects the incidence of *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* and *E. heros*. For leaf nutrient contents, single superphosphate fertilization provided higher concentrations of Mg, S, Fe and Mn. In relation to the yield components, the source of simple superphosphate provided higher productivity, at a dose of 300 kg.ha⁻¹ with a mean of 2,531 kg ha⁻¹. It was observed in the trail analysis data that Cu, Fe and Mg affected the incidence of insects, Cu and Fe negatively affected and Mn positively. The occurrence of *E. lignosellus* directly affects soybean yield. In this sense, balanced fertilization in soybean crops should be considered as a form of insect pest management.

Key words: Plant nutrition, phosphorus, Glycine max, plant tolerance

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Resumo de análise de variância para a ocorrência de insetos pragas na cultura da soja em função de fonte e dose de fósforo ao longo do ciclo da cultura.

Tabela 2: Resumo de análise de variância para teor de nutrientes em folhas de soja em função da fonte e dose de fosforo.

Tabela 3: Resumo de análise de variância para componentes de rendimento da cultura da soja em função da fonte e dose de fosforo.

Tabela 4: Correlações entre a ocorrência dos insetos, teores de nutrientes no solo e na planta e os componentes de produção.

Tabela 5: Estimativas dos efeitos diretos e indiretos de nutrientes sobre as correlações com a incidência de inseto.

Tabela 6: Estimativas dos efeitos diretos e indiretos de nutrientes sobre as correlações com produtividade.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Número de *Anticarsia gemmatalis* por m^{-1} nas plantas de soja em função da fonte e dose de fosforo durante o ciclo da cultura.

Figura 2: Número de *Crysoideixis includens* por m^{-1} nas plantas de soja em função de fontes e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

Figura 3: Número de *Helicoverpa armigera* por m^{-1} nas plantas de soja em função da fontes e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

Figura 4: Número de *Elasmopalpus lignosellus* por m^{-1} nas plantas de soja em função da fonte e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

Figura 5: Número de *Euschistus heros* por m^{-1} nas plantas de soja em função da fonte e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

1. INTRODUÇÃO

A nutrição equilibrada das plantas pode influenciar na resistência ou tolerância aos insetos-praga, além de incidir diretamente na produtividade da cultura (NATALE, 2003). Diversos estudos apresentam a estreita relação entre a nutrição mineral e a resistência da planta a insetos, conferindo que alguns nutrientes aumentam a severidade da incidência de pragas, enquanto outros reduzem, necessitando buscar uma nutrição equilibrada (PRIMAVESI, 1994; CARDOSO et al., 2002; MARSCHNER, 2011; CHABOUSSOU, 1999).

Francis Chaboussou, em 1967, formulou as bases da teoria da trofobiose, considerando que são deficiências nutricionais e desequilíbrios que levam a surtos de pragas (MARSCHNER, 2011). Nesse sentido, a trofobiose está intimamente relacionada ao manejo agroecológico das culturas, contribuindo para a resistência fisiológica das plantas. Os mecanismos de resistência fisiológica proporcionada pelos nutrientes têm sido associados à regulação de aminoácidos e à síntese de proteínas (VILANOVA et al., 2009).

Nos estudos desenvolvidos por Chaboussou (1999), observa-se que a presença de insetos nas plantas depende de substâncias solúveis, tais como aminoácidos livres e açúcares redutores para efetiva nutrição. Os insetos fitófagos não são capazes de desdobrar proteínas em aminoácidos para serem posteriormente recombinados à necessidade de cada espécie. Estes, por sua vez, dependem de aminoácidos livres existentes na seiva das plantas ou no suco celular (VILANOVA et al., 2009). De acordo com a teoria da trofobiose, o acúmulo de substâncias solúveis se dá por alterações no processo de síntese proteica (proteossíntese) e no metabolismo dos hidratos de carbono, provocadas por desequilíbrios minerais no solo (PASCHOAL, 1996; JIANG; CHENG, 2003).

A nutrição mineral equilibrada das plantas pode ser utilizada dentre as táticas de controle, na redução da incidência de insetos pragas (MARSCHNER, 2011). É válido mencionar que o nitrogênio e o potássio são nutrientes essenciais às plantas, e que para alguns pesquisadores, o excesso de nitrogênio gera um aumento na suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas, enquanto que o de potássio diminui (VENTURA et al., 2008). Ventura et al., (2008), também observaram que a adubação equilibrada de

potássio favorece à síntese de proteínas e reduz o acúmulo de carboidratos e compostos solúveis de nitrogênio nas células das plantas. Desta forma, é possível observar que os nutrientes agem de forma específica na proteção contra insetos praga, o que pode ocasionar efeitos adversos ao complexo de pragas presente no sistema agrícola.

Pesquisas sobre o efeito da aplicação de fósforo em plantas cultivadas e o comportamento de fitófagos nestas plantas são escassos. Funderburk et al. (1991), estudando o efeito da adubação fosfatada sobre população de insetos, observaram que as ninfas de *Nezara viridula* (Linnaeus) tiveram o comportamento alterado pelas elevadas concentrações de fósforo aplicados no solo na cultura da soja. Lourenção et al. (1984), observaram que não ocorreu diferença no consumo de área foliar de soja por lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Pyralidae), em relação à dose de potássio aplicada no solo. Entretanto, as parcelas menos desfolhadas foram aquelas em que as concentrações de fósforo e potássio nas folhas foram maiores. Paralelamente, evidenciando os poucos estudos em relação do efeito da adubação fosfatada na incidência de insetos-pragas.

Dada à importância econômica da cultura da soja, um dos principais produtos de exportação do Brasil, insetos-pragas continuam causando injúrias e danos, ocasionando perdas de produtividade comprometendo a produção (CARNEIRO et al., 2018), apesar das inovações no setor agrícola. Diante do contexto apresentado o objetivo deste trabalho foi avaliar como fonte e dose de fósforo afetam a incidência de insetos-praga na cultura da soja e a produtividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Nutrição de plantas

Os elementos minerais exercem funções importantes na planta e, muitas vezes, específicas nos processos fisiológicos como componente dos metabólicos secundários ou não metabólicos; parte ou ativador enzimático, dentre outras funções (MALAVOLTA, 1985).

Entre os elementos químicos, o fósforo é um nutriente essencial no metabolismo das plantas, que desempenha um papel crucial na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. Destaca-se também por ser um componente estrutural dos

ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (GRANT et al., 2001).

A dinâmica do fósforo no solo está relacionada a fatores ambientais que controlam a atividade dos microrganismos, os quais imobilizam ou possibilitam os íons ortofosfato e as propriedades físico-químicas e mineralógicas do solo. Em solos moderadamente intemperizados, como os Vertissolos, Chernossolos e os Neossolos, ainda é presente o fósforo em minerais primários, porém a maior parte deste elemento se encontra na forma orgânica (Po) ou na forma mineral (Pi). Nos Latossolos, que são solos altamente intemperizados, predominam as formas inorgânicas ligadas à fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente (SANTOS et al., 2008).

O fósforo do solo é dividido em dois grupos, fósforo inorgânico (Pi) e fósforo orgânico (Po) dependendo da natureza do composto a que está ligado. O fósforo orgânico pode formar de 5 a 80% do fósforo total do solo, uma vez que, nos solos tropicais, é fonte de fósforo às plantas e deve ser estudado para compreender sua dinâmica e a biodisponibilidade (RHEINHEIMER & ANGHINONI, 2003).

O fósforo orgânico é proveniente de resíduos vegetais adicionados ao solo, do tecido microbiano e dos produtos de sua decomposição (MARTINAZZO et al., 2007). Algumas formas de fósforo orgânico presente no solo ainda não foram identificadas, devido grande variedade de compostos orgânicos. As principais formas já identificadas são os fosfatos de inositol, que compõem de 10 a 80% do fósforo orgânico total, os fosfolipídios (0,5 a 7%), ácidos nucleicos (~3%) e outros ésteres-fosfato (>5%). A estabilidade destes compostos depende de sua natureza e de sua interação com a fração mineral, pois são utilizados como fonte de carbono e elétrons pelos microrganismos, cujo resultado é a sua mineralização e disponibilização do fósforo (SANTOS et al., 2008).

A fração inorgânica de fósforo (Pi) no solo encontra-se dividida em fase líquida ou solução do solo e fase sólida. Na fase líquida, o P ocorre em teores muito baixos, com valores da ordem de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ e, desse modo, o P solúvel na camada arável do solo seria insuficiente para suprir a necessidade das culturas (RAIJ, 1991). O fósforo, na fase sólida, na maior parte, encontra-se combinado os compostos de ferro, alumínio e cálcio e na matéria orgânica. Este P na fase sólida é dividido em P-lábil e P-não lábil,

sendo a fração mais disponível para as plantas considerada fração lábil, representada pelo conjunto de compostos fosfatados capazes de repor rapidamente a solução do solo, quando ele é absorvido por plantas ou por microrganismos, enquanto a fração que está fortemente adsorvida ou precipitada em compostos insolúveis é considerada não lábil (SÁ, 2004).

Na planta, o P é indispensável ao crescimento e à reprodução, as quais não obtêm seu máximo potencial produtivo sem um adequado suprimento nutricional (MARSCHNER, 1995), é, assim, constituinte de importantes compostos das células vegetais, incluindo fosfato presente nas moléculas de açúcares intermediários da respiração e fotossíntese (TAIZ; ZEINGER, 2004). Em geral, seu principal papel na planta é o de armazenar e transferir energia (MALAVOLTA, 2006).

A forma de absorção do fósforo ocorre pela movimentação do P no solo até as raízes da planta, ocorrendo, na maioria das vezes por difusão que por fluxo de massa. É importante ressaltar que uma vez a dinâmica realizada por difusão, fica altamente dependente das características das raízes e do ambiente circundante dessas raízes, além disso, boa parte das características das raízes é variável conforme a idade da planta e depende da heterogeneidade, à curta distância, das propriedades do solo em que a planta cresce e se desenvolve (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Em média, o P que se move por difusão é somente 1-2 mm, desta maneira, apenas o P encontrado a esta distância das raízes está estrategicamente disponível para ser absorvido. É salutar mencionar que o incremento da área superficial da massa radicular aumenta a habilidade da planta em acessar e absorver o P do solo, e como resultado, algumas plantas respondem às baixas concentrações de P no solo pelo aumento do sistema radicular, ampliando rapidamente raízes laterais com abundantes pelos radiculares que melhoram a habilidade da planta em explorar o solo em busca de novas reservas de P do solo (GRANT et al., 2001).

O fósforo na planta é bastante móvel, o que torna fácil a redistribuição pelo floema, na forma de fosforil colina. Alguns estudos realizados recentemente mostram que P inorgânico (Pi) é presente também no floema em substancial concentração. Quando as plantas estão adequadamente nutridas em P, o percentual de 85 a 95% do P inorgânico total da planta está localizado nos vacúolos. Já havendo a diminuição no suprimento de P para as plantas, este Pi sai do vacúolo e é redistribuído para os órgãos novos em crescimento (FAQUIN, 2005).

A deficiência de fósforo nas plantas pode desencadear redução tanto da respiração como a fotossíntese, entretanto, se a respiração diminuir mais que a fotossíntese, os carboidratos se acumulam, deixando as folhas com coloração verde-escura. A deficiência também está relacionada com a diminuição da síntese de ácido nucléico e de proteína, induzindo a acumulação de compostos nitrogenados solúveis (N) no tecido das plantas. Por fim, o crescimento da célula é retardado e potencialmente paralisado (GRANT et al., 2001).

É válido mencionar que como consequência os sintomas de deficiência de P incluem diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas e redução na brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de matéria seca e na produção de sementes (TAIZ; ZEINGER, 2004). É importante ressaltar que o suprimento adequado de P é, pois, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta, pois esta não se recupera posteriormente, mesmo acrescentando o suprimento de P a níveis adequados (GRANT et al., 2001).

2.2 Efeitos do fósforo sobre os insetos pragas

O fósforo é essencial para a saúde geral e vigor de todas as plantas, uma vez que participa na síntese da parede celular, o que pode, portanto, influenciar a função da célula e da parede como uma barreira para o ataque de insetos pragas. Além disso, o fósforo também pode ocorrer em compostos tóxicos e podem afetar rotas que afetam insetos (MALAVOLTA, 2004).

Alguns estudos, ainda que escassos, apresentam o efeito do fósforo sobre os insetos pragas, conforme demonstrado por Boiça Júnior et al., (1996). Os autores verificaram que plantas de milho adubadas com fósforo são menos danificadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) quando comparadas com plantas adubadas sem fósforo. Thyagaraj & Chakravarthy (1999) também observaram que a aplicação de P + K em combinação diminuiu a infestação da broca nas plantas de cardamomo. Por outro lado, alguns insetos podem responder, favoravelmente aos níveis de P. Slamn (2002) verificou um aumento da densidade populacional de afídeos com o aumento da fertilização P.

Boiça Júnior et al., (1996) observaram o efeito de diferentes associações de adubação NPK, em diferentes genótipos de milho, com relação aos danos causados por *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) em espigas e com a infestação dos grãos por *S. zeamais*, a campo. Os resultados mostraram que o comprimento da galeria provocada por *H. zea* não foi influenciado pelos sistemas de adubação e nem pelos genótipos, além disso, verificaram maior consumo de grãos por *S. zeamais* em tratamentos que receberam adubação fosfatada, quando comparados com os tratamentos com a ausência de aplicação desse mineral.

2.3 Estado nutricional da planta hospedeira e a incidência de pragas

No decorrer dos últimos anos, é notório uma constante pressão da sociedade para aumentar a sustentabilidade de atividades produtivas, o que requer a criação de inovações e tecnologias menos agressivas ao meio ambiente e à saúde humana. Neste contexto, pesquisadores dedicados ao estudo do controle de pragas agrícolas têm um grande interesse no desenvolvimento de estratégias ecológicas e sustentáveis (ZEVALLOS, 2013) para programas de manejo integrado de pragas (MIP).

A nutrição mineral equilibrada influencia diretamente o desenvolvimento das plantas podendo afetar indiretamente a densidade populacional de insetos fitófagos (HERZOG; FUNDERBURK 1986). Os programas de Manejo Integrados de Pragas, podem utilizar a nutrição de plantas dentre as táticas de manejar insetos (PANIZZI & PARRA, 1991). Alguns estudos têm mostrado que os insetos necessitam de substâncias solúveis existentes na seiva das plantas ou no suco celular, tais como aminoácidos livres e açúcares redutores, pois estes não são capazes de desdobrar proteínas em aminoácidos (PRIMAVESI, 1994; ALVES et al., 2001).

Os nutrientes servem como substratos, além disso, determinam as rotas das reações fisiológicas do metabolismo das plantas. O aumento da permeabilidade celular taxa de respiração, e a translocação podem elevar a disponibilidade de nutrientes para o inseto. Deste modo, o manejo nutricional deve considerar, no entanto, não apenas o aporte de nutrientes às plantas, em adequadas proporções, mas a diminuição das perdas de nutrientes no sistema (VILANOVA et al., 2009).

Neste contexto, Francis Chaboussou estabeleceu, em 1967, a teoria da trofobiose, ao afirmar que todo processo vital está na dependência da satisfação das

necessidades dos organismos vivos, sejam eles vegetais ou animais, ou seja, a planta será atacada somente quando seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor de substâncias nutritivas solúveis, corresponder às exigências tróficas (de alimentação) da praga em questão (CHABOUSSOU, 1980; 1985).

Quando as plantas recebem nutrientes de forma inadequada pode ocasionar modificações no metabolismo vegetal, fazendo com que ocorra o rompimento das proteínas formadas (proteólise) nos tecidos, nos quais os insetos encontram as substâncias solúveis necessárias para a alimentação (VILANOVA et al., 2009). Assim, Passos et al. (2012), cita que na ocorrência de equilíbrio nutricional, os nutrientes fornecidos, de maneira adequada, proporcionam um baixo nível de substâncias solúveis que não correspondem às exigências tróficas das pragas, tornando as plantas menos atrativas ao ataque de insetos, aumentando, desta forma, a resistência das plantas.

Portanto, o aumento de insetos pragas é devido aos desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas podendo estar associado ao estado dominante de proteólise nas plantas. Alguns adubos minerais solúveis, como também agrotóxicos orgânicos sintéticos, quando absorvidos pelas plantas, podem intervir na fisiologia do vegetal, favorecendo a proteólise e diminuindo a proteossíntese e acumulando aminoácidos livres e açúcares redutores, que são alimentos utilizáveis pelas pragas para seu desenvolvimento (ALVES et al., 2001).

Existem, atualmente, diversos estudos correlacionando a deficiência e/ou excesso de um determinado nutriente e sua influência na infestação de determinadas pragas. Em geral, esses estudos evidenciam que uma fonte de nutriente equilibrada assegura o crescimento ótimo da planta e sua resistência (VENTURA et al., 2008). Quando as plantas estão nutricionalmente equilibradas, ou seja, receberam todos os nutrientes necessários em quantidades adequadas para poder formar proteínas e enzimas (PRIMAVESI, 1994), não apresentam acúmulos de aminoácidos livres e açúcares redutores vacúolo das células e, portanto não tornam atrativos aos insetos pragas (CHABOUSSOU, 2006).

O excesso de um elemento sempre atrairá um inseto, isso ocorre porque muitas reações químicas nas plantas dependem de enzimas para serem catalisadas ou aceleradas. As enzimas somente conseguem agir quando é ativada, e esta ativação

ocorre pela presença de minerais, especialmente o potássio e micronutrientes. A ausência de um mineral ativador faz com que o processo químico se realize muito devagar, pois a substância se acumula, circulando na seiva sem poder ser aproveitada pela planta. Quando atingir uma concentração de 80 % na seiva, seu cheiro típico atrairá a praga (PRIMAVESI, 2003).

Compreende-se, assim, que as plantas, das quais se desenvolvem em ambientes mais equilibrados, e que estão bem nutridas fabricam os aminoácidos, mas rapidamente os ligam um ao outro, transformando-os em proteínas, consideradas substâncias mais complexas, dessa forma, não são atacadas por insetos pragas, pois eles não conseguem desdobrar proteínas (OLIVEIRA et al., 2009).

Alguns pesquisadores demonstraram que altos níveis de nitrogênio no tecido vegetal podem diminuir a resistência e aumentar a suscetibilidade aos ataques de pragas, o trabalho de Ghorbani e Khajehali (2013), indicaram que a maior quantidade de fertilizante nitrogenado pode aumentar a densidade populacional da praga. Anwar et al. (1998), demonstraram que a aplicação de N isoladamente aumenta a incidência de pulgões, enquanto a combinação N + P suprimiu o ataque dos insetos.

O nutriente potássio (K) é essencial para plantas, seu suprimento adequado proporciona a síntese de proteínas e reduz o acúmulo de carboidratos e compostos solúveis de nitrogênio nas células, desta forma, favorece diversas espécies de insetos (BERINGER; TROLLDENIER, 1979). Cardoso et al. (2002), relatou aumento do crescimento populacional de *Piezodorus guildinii* em plantas de soja tratadas com altos níveis de fosfatada – potássica.

Nesta perspectiva, o conjunto de práticas agrícolas escolhidas pode ser bastante eficiente no manejo da complexidade ambiental e na contribuição ao equilíbrio trofobiótico, resultando em menor susceptibilidade das plantas à incidência de pragas (VILANOVA et al., 2009).

2.4 Importância Econômica da Cultura da Soja

A soja [*Glycine max* (Linnaeus) Merrill] pertence a Classe das Dicotiledôneas, família Fabaceae (BORÉM, 2005). Destaca-se por ser a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo. Apresenta-se no cenário agrícola mundial como o quarto

produto mais utilizado no consumo humano e o mais importante em produção e comercialização (FAO, 2018).

A produção nacional da soja se concentra principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, com 45 e 35%, respectivamente da área correspondente à cultura. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, superado apenas pelos Estados Unidos. O rendimento da safra 2017/2018 foi de 3.382 kg/ha, estando de acordo com o pacote tecnológico utilizado e deverá ser a segunda maior produtividade média do país, na região Matopiba, o Piauí vem ganhando destaque com aumento na receita bruta estimada no valor de 2,16 bilhões de reais 6,9% (CONAB, 2018).

A elevada produção de soja é devido ao grande aumento da exportação, principalmente nos últimos anos, além disso, é reflexo da melhoria da competitividade da agricultura e pecuária do Brasil (ABIOVE, 2015). Silva et al. (2011), cita que, a cadeia produtiva do complexo soja envolve várias frentes desde a produção interna voltada para a exportação do produto bruto, por conseguinte a transformação do produto, através da industrialização, que processa a soja em farelo ou óleo para consumo interno e exportação.

O incremento de novas tecnologias dentre essas, desenvolvimento de novos fertilizantes, máquinas e equipamentos modernos até cultivares adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas e resistentes a doenças e insetos praga (CARVALHO et al., 2009) que estão contribuindo para aumentar a cadeia agroindustrial da soja para a economia do Brasil, tornando-a essencial para o crescimento da renda, emprego direto e indireto e das divisas da exportação (SILVA et al., 2011).

2.5 Principais insetos-pragas da cultura da soja

A cultura da soja está sujeita, durante o seu ciclo, ao ataque de diferentes espécies de insetos-praga. Dentre as espécies, o complexo de lagartas que se alimenta de folhas e os percevejos que sugam os grãos, estão entre os mais importantes (EMBRAPA, 2014).

Algumas das principais pragas da cultura da soja são:

A Lagarta da soja *A. gematali*: é caracterizada pela cor verde com quatro pares de propernas no abdomen, sendo duas vestigiais, e a fase larval possui seis ínstaes. Quando maiores do que 15 mm apresentam-se na cor verde quanto marrom, com três

linhas longitudinais no dorso. O dano causado por esta lagarta na planta de soja são as perfurações, deixando intactas as nervuras da folha (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) são lagartas de cor verde claro com listras longitudinais brancas e pontuações pretas. Caracterizam-se pelo deslocamento na forma “mede palmo”. Seu dano é causado no parênquima foliar, deixando intactas as nervuras (SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

Helicoverpa armigera (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae): possui seis instares, sua coloração muda com seu desenvolvimento, com branco amarelada a marrom avermelhada nos estádios iniciais da fase larval. Apresenta listras de coloração marrom lateralmente ao tórax. A partir do quarto ínstar, as lagartas apresentam tubérculos abdominais escuros na região dorsal. Seu tegumento é levemente coriáceo. O dano da lagarta se dá tanto em plantas nos estágios vegetativos como reprodutivos (ÁVILA VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

Percevejo marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae) as ninfas, quando pequenas, tem cor alaranjada, passam por cinco estádios de desenvolvimento, quanto mais próxima da vida adulta, sua coloração pode variar de cinza a marrom, têm prolongamentos laterais em forma de espinhos próximos à cabeça. O dano desse inseto-praga é causado principalmente nas vagens, perfurando-as, tornando encolhidas e enrugadas afetando conseqüentemente o rendimento e a qualidade do grão (SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) as lagartas possuem três pares de pernas torácicas e cinco pares de pernas abdominais (FERREIRA; BARRIGOSI, 2006) a coloração das lagartas recém-eclodidas são amarelo-palha com listras vermelhas (VIANA, 2004) e se alimentam das folhas e em seguida constroem um casulo feito de teia, terra e excrementos na superfície do solo, para se alimentarem do colo da planta (KOGAN; TURNIPSEED, 1987).

Na soja, corta e broqueia o colo da planta no início do desenvolvimento e, desse modo, causa redução no “stand” de plantas e conseqüentemente podem morrer imediatamente ou sofrer danos posteriormente, sob a ação de chuvas, vento ou por implementos agrícolas. Uma única lagarta pode atacar até três plantas de soja durante o seu desenvolvimento (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

O controle desses insetos-pragas deve ser realizado com base nos princípios do “Manejo Integrado de Pragas”, da qual consiste de tomadas de decisão de controle

baseado no nível de ataque, no número e tamanho dos insetos-pragas e no estágio de desenvolvimento da soja, informações estas que são obtidas através das inspeções periódicas nas lavouras (EMBRAPA, 2014).

É válido mencionar que as amostragens das lagartas desfolhadoras e dos percevejos são realizadas com um pano-de-batida, de cor branca, preso duas varas, com 1m de comprimento, que deve ser posicionado entre duas fileiras da soja, sobre as quais deve ser realizada a batida das plantas, promovendo a queda dos insetos para contagem. Esse método deve ser repetido em diversos pontos da lavoura, considerando-se, como resultado, a média de todos os pontos amostrados (EMBRAPA, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento: O estudo foi conduzido na Fazenda São João, na serra do Pirajá, localizada município de Currais, Piauí, Brasil, durante a safra de 2014/2015. O município encontra-se na porção centro-sul do estado, na mesorregião Sudoeste Piauiense e na microrregião geográfica do Alto Médio Gurgueia a 9°3'25.69" Sul e 44°33'12.89" Oeste, altitude de 570 metros. O clima da região é caracterizado como quente, classificado por Koppen como Awa (Tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C). A precipitação média varia de 900 a 1.300 mm ano⁻¹ distribuídos entre os meses de novembro a abril, com temperatura média anual de 26,6 °C, embora durante o ano seja comum temperaturas de 40 °C.

O experimento foi conduzido em área de primeiro ano de cultivo após retirada da vegetação nativa (cerrado), de relevo plano, suave ondulado. O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). As características químicas e físicas do solo antes da implantação do experimento na camada de 0-20 cm de profundidade mostraram; pH (em H₂O) = 6,0; K: 40 mg dm⁻³; P=6,9 mg dm⁻³; Ca = 2,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,0 cmol_c dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al=1,73 cmol_c dm⁻³; soma de bases (SB) = 3,9; capacidade de troca catiônica (CTC)=5,6; V: 69,0%, saturação por alumínio (m) = 0,0% e 1,60 g kg⁻¹ de matéria orgânica (MO), Areia= 690 g kg⁻¹; Silte=66 g kg⁻¹; Argila= 244 g kg⁻¹.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental: O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, totalizando 40 parcelas, a

dimensão das parcelas experimentais foram 11 x 5 (55 m² de área). Os tratamentos constituíram de duas fontes P₂O₅: Superfosfato Simples contendo 18% de P₂O₅ (SS) e Fosfato Mono-amônio (MAP) contendo 58 % de P₂O₅, e cinco doses de P₂O₅ (0, 100, 200, 300, 400kg). As fontes foram distribuídas manualmente a lanço e incorporado com duas passadas uma grade. A semeadura foi realizada mecanicamente em janeiro de 2015, foi utilizada a cultivar BRS Sambaíba RR, com espaçamento de 0,45 m entre linhas totalizando 24 linhas de 5m por parcelas.

3.4 Amostragem foliar: As amostragens foliares foram coletadas durante o estágio R2 da cultura (FEHR; CAVINESS et al., 1977), período em que a cultura se encontra em pleno florescimento, no qual demanda a maior quantidade de nutriente, assim, foi coletado o terceiro trifólio do ápice na haste principal, ao todo foram amostradas 30 plantas por parcela (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ et al., 1999). As amostras das folhas foram submetidas à análise de teores de P e dos demais macro e micronutrientes. As folhas coletadas foram secas em estufa a 65 °C, e encaminhada para análise.

3.5 Área foliar: Para determinação da área foliar foram coletadas na área central de cada parcela uma planta, o comprimento e largura foi estimada utilizando um medidor de área foliar modelo LI-3100c. o aparelho LI-3100c funciona em tempo real, a área é retornada no momento em que a folha passa pelo sensor. Seu visor apresenta medidas de no mínimo 1 mm², resolução de até 0,1 mm², e apresenta uma precisão de ±2,0% para a resolução 1 mm² e ±1,0% para a resolução 0,1 mm². É um aparelho integrador de área, cuja teoria operacional baseia-se na simulação de células de grade, de área conhecida, na superfície foliar.

3.6 Componentes de produção: A colheita dos grãos foi realizada manualmente na área útil central de cada parcela, com 3m² (três linhas de 1 m de comprimento). Após a colheita, os grãos colhidos em cada parcela foram beneficiados, pesados e a umidade determinada e corrigida para 13%.

3.7 Monitoramentos de insetos associados: O monitoramento foi realizado através do método do pano de batida largo em pontos aleatórios, foram realizadas amostragens semanais, a partir do estágio vegetativo V5 até o estágio de maturação da cultura (V5 a V7 estágio vegetativo e R1 a R8 reprodutivo). Os insetos foram coletados e

armazenados em frascos contendo álcool 70% e conduzidos ao laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI/CPCE) para identificação, de acordo com a chave dicotômica de Carrano-Moreira (2006). Apenas as lagartas e percevejos foram considerados nas amostragens, e por fim, o tratamento fitossanitário foi realizado de acordo com o monitoramento e calendário do produtor.

3.8 Análise estatística

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com quatro repetições. Nesse processo, houve duas abordagens estatísticas, a primeira procedeu com a análise em esquema fatorial duplo para doses e fontes de fósforo 2 x 5. A segunda, procedeu com análise de variância de fatorial triplo, considerando dois fatores como qualitativos (Fontes e doses) e um fator quantitativo (ocorrência dos insetos).

Desta forma, a análise avaliou se os dados de flutuação se ajustam a uma regressão e se existe interação deste com os demais fatores. Quando detectada as interações, procedeu-se com regressões entre avaliações e ocorrência de insetos para cada dose de fosforo para cada fonte avaliada, para os fatores significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. Assim, a segunda abordagem se caracterizou por tipos de fatores mistos (qualitativos e quantitativos) caracterizando um fatorial triplo 2x5x1 (duas fontes, cinco doses P e ocorrência dos insetos). Os dados de flutuação dos insetos foram transformados para $\sqrt{x+0,5}$, para atender as condições de normalidade, Estes procedimentos foram efetuados com auxílio do programa estatístico SAS® (SAS, 1999).

Nessa perspectiva, foram estimados os coeficientes de correlação Pearson entre os caracteres avaliados (incidência total de insetos e teores de nutrientes no solo e na planta), e a partir das correlações estimou o coeficiente de trilha. É válido mencionar que este estudo trata da decomposição da correlação entre a variável básica (número total de insetos) a as explicativas (teores de nutrientes na planta e no solo), avaliando desta forma os efeitos diretos e indiretos dos caracteres estudados sobre a ocorrência de insetos, as quais são obtidas por equações de regressões, em que as variáveis explicativas são previamente padronizadas.

Toda a descrição matemática da estimativa do coeficiente de trilha encontra-se em Cruz et al., (2004), sendo que estes autores descrevem a análise de trilha como expansão da regressão múltipla, quando estão envolvidas as inter-relações complexas e

vários diagramas causais, o que foi obtido no presente estudo ocorrência de inseto e a disponibilidades de nutrientes no solo e na planta. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com base em procedimento estatístico do software Genes (CRUZ, 2013).

Os coeficientes de correlação foram interpretados de acordo com o proposto por Franzblau (1958) em que: 0 – 0,19; são nulas ou desprezíveis; 0,2 – 0,39 são baixas; 0,4 – 0,59 são médias; 0,6 – 0,79 são acentuadas; e 0,81 – 1,00 são altas (FRANZBLAU, 1958 apud BERMAN et al., 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise de variância, verifica-se que o fator avaliação foi significativo para todos os insetos *A. gemmatalis*, *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* e *Euschistus heros*. Para *C. includens* ocorreu interação entre os fatores fonte e avaliação e dose e avaliação. Não houve interações para fonte e avaliação, mas ocorreram interações entre dose e avaliação para *H. armigera*. Os insetos *E. lignosellus* e *Euschistus heros* apresentaram interações tripla entre os fatores fonte, dose e avaliação (Tabela 1). As diferenças significativas nos períodos de avaliações pode esta relacionada com o período de ocorrência do inseto na cultura.

Tabela 1: Resumo de análise de variância para a ocorrência de insetos pragas na cultura da soja em função de fonte e dose de fósforo ao longo do ciclo da cultura.

FV	GL	<i>A. gemmatalis</i>	<i>C. includens</i>	<i>H. armigera</i>	<i>E. lignosellus</i>	<i>Euschistus heros</i>
Bloco	3	0.0130	6.35	0.2114	0.3393	0.0626
Fonte (F)	1	0.0002 ^{ns}	3.32**	0.3917*	0.2871*	0.0000 ^{ns}
Dose (D)	4	0.0488 ^{ns}	1.82**	0.0269 ^{ns}	0.2194*	0.0064 ^{ns}
Avaliação (A)	1	0,78**	100,73**	11,64**	17,15**	0,95**
F x D	4	0.0240 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.1346 ^{ns}	0.1396 ^{ns}	0.0244 ^{ns}
F x A	1	0,02 ^{ns}	4,13*	0,07 ^{ns}	0,124 ^{ns}	0,007 ^{ns}
D x A	4	0,03 ^{ns}	1,54*	0,12*	0,434**	0,018 ^{ns}
F x D x A	4	0,01 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,18*	0,070*
Erro entre	30	0.0321	0.44	0.1027	0.09	0.0158
Erro dentro	667	0.0225	0.28	0.0819	0.105	0.0177
CV%		19.95	32.95	31.31	31.16	17.85
Média		0.752	1.605	0.914	0.863	0.745

^{ns} não significativo, *significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Mediante a análise dos dados obtidos no monitoramento da entomofauna foi possível inferir que a incidência de insetos ocorre de acordo com a preferência alimentar relacionado com o estágio fenológico da planta.

Na figura 1, observa-se a ocorrência de *A. gemmatalis* em função das fontes de fosfato, MAP e Superfosfato simples, respectivamente. Nota-se que a incidência foi mais frequente no estágio vegetativo, sem diferença estatística entre as doses. De acordo com a literatura *A. gemmatalis*, ocorre com maiores frequência no início da cultura, o nível de controle usualmente utilizado para manejo de *A. gemmatalis* é de 20 lagartas grandes (>1,5cm) por metro linear, 30% de desfolha no estágio vegetativo e 15% de desfolha no estágio reprodutivo (EMBRAPA, 2014).

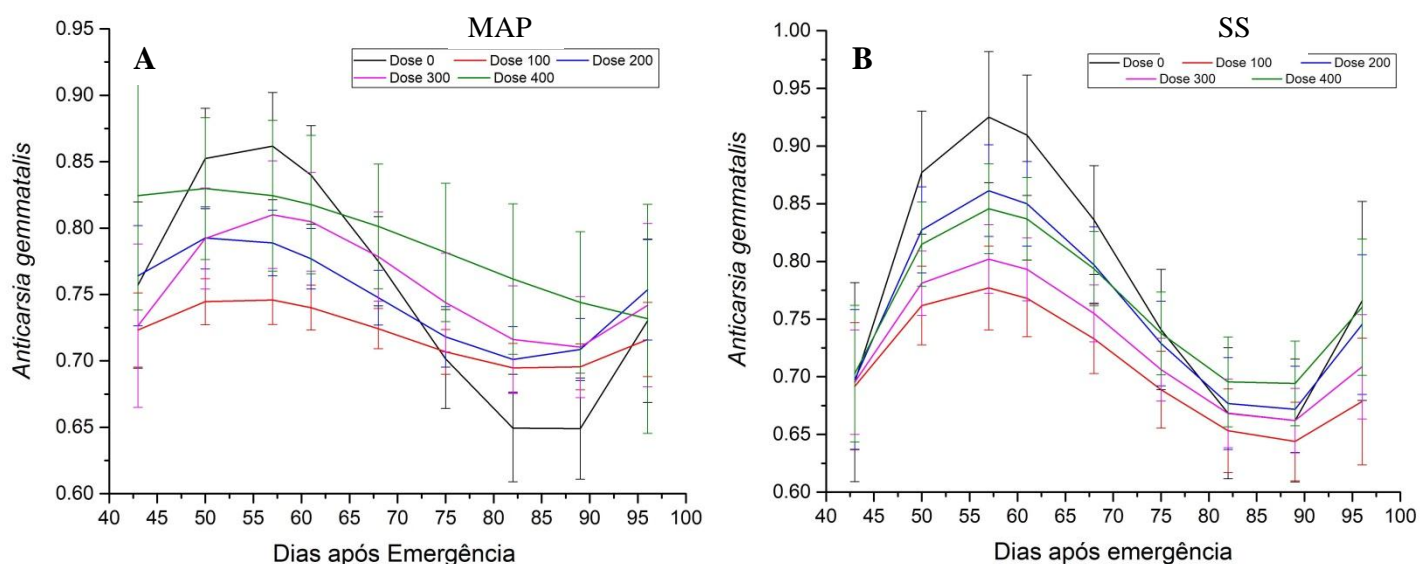


Figura 1: Número de *Anticarsia gemmatalis* por m⁻¹ nas plantas de soja em função da fonte e dose de fosforo durante o ciclo da cultura.

De acordo com os dados, o pico populacional dos insetos foi no estágio vegetativo, cinquenta e seis DAE (Dias após a emergência) das plântulas, decaindo no início do estágio reprodutivo. Entretanto, nota-se um acréscimo da incidência no final do estágio reprodutivo, compreendido entre noventa a cem DAE (figura 1). Esse resultado pode estar associado ao período de incidência *A. gemmatalis*, como citado por Carneiro et al., (2018), foi observado pelos autores que a espécie de lepidóptero praga *A. gemmatalis* ocorreu em todas as fases fenológicas da soja.

Mooy et al., (1973), citaram que no início do desenvolvimento a absorção de nutrientes é relativamente maior, causando, assim, uma elevada concentração dos

mesmos, o que se pode explicar a maior incidência no estágio vegetativo. Primavesi (2003) cita que o excesso de um elemento atrairá insetos, por conter substâncias solúveis.

Na figura 2 são apresentados os resultados da ocorrência de *C. includens*, em função da adubação com MAP e Superfosfato simples, respectivamente, com diferenças significativas entre as doses e fontes de fosfatos. Observou-se que os maiores picos populacionais de insetos ocorreram no início do estágio reprodutivo, 56 (cinquenta e seis) DAE para ambos os tratamentos, e aproximadamente setenta e cinco DAE diminuiu tanto no tratamento MAP como no Superfosfato simples. Entretanto, nota-se que os tratamentos sem adubação fosfatada têm menor incidência em comparação às demais doses, desde o início das avaliações, decaindo somente noventa e um dia após a emergência (figura 2).

A incidência de *C. includens* no presente trabalho está relacionada com o período de ocorrência do inseto. Bueno et al., (2007) verificaram que *C. includens* ocorre desde a fase vegetativa até a reprodutiva, fato explicitamente observado no presente trabalho. O nível de controle usualmente utilizado para manejo de *C. includens* é de 20 lagartas grandes (>1,5cm) por metro linear, 30% de desfolha no estágio vegetativo e 15% de desfolha no estágio reprodutivo (EMBRAPA, 2014).

Na ausência de adubação fosfatada e na dose de 100 kg ha⁻¹, as plantas apresentaram menor incidência dos insetos (Figura 2) isso pode estar relacionado a quantidade de nutriente requerido por *C. includens*. É sabido que o fósforo é extremamente limitado no ambiente, muitas vezes sendo 10-20 vezes menor nas plantas, dos que nos herbívoros (VISANUVIMOL et al., 2011). Neste caso, a deficiência do nutriente pode ter influenciado não preferencial pelas plantas sem adubação fosfatada. pois os organismos requerem fósforo para construir suas proteínas, RNA, DNA e ATP (STERMER; ELSER 2002).

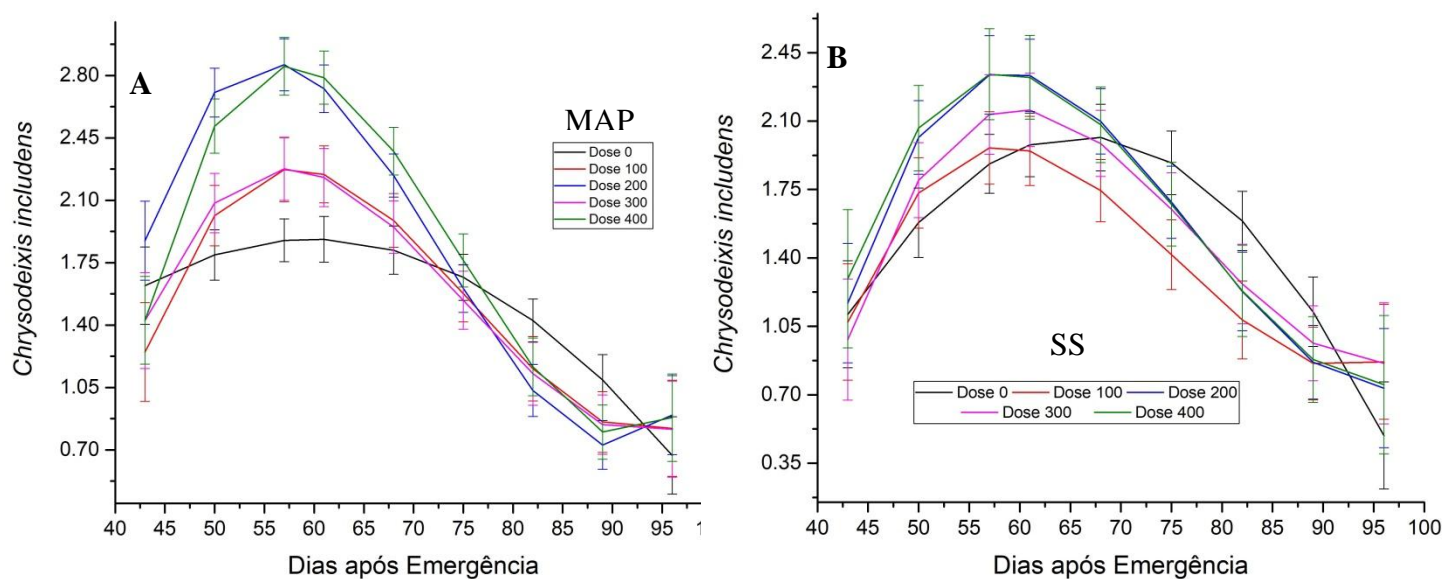


Figura 2: Número de *Crysodeixis includens* por m^{-1} nas plantas de soja em função de fontes e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

Nas plantas adubadas nas doses de 200 e 400 $kg\ ha^{-1}$ de ambos os tratamentos (Figura 2) houve maior ocorrência de *C. includens*, seguida da dose 300 $kg\ ha^{-1}$ que obtiveram incidências semelhantes, tanto para MAP, como superfosfato simples. Primavesi (2003) cita que o excesso de algum elemento pode induzir a deficiência de algum outro. E, como todas as pragas estão ligadas a uma deficiência na planta, o excesso de um elemento sempre atrairá um inseto praga, dessa forma, o aumento nas doses de fósforo poderá ter desencadeado a deficiência de algum outro nutriente.

Isso acontece por que algumas reações químicas nos vegetais só ocorrem por ativação das enzimas, porém as enzimas necessitam de nutrientes para serem ativadas, o que podemos ratificar que, se faltar um mineral ativador, o processo químico se realiza muito lentamente, a substância se acumula, circulando na seiva sem poder ser aproveitada pela planta. Quando atingir uma concentração de 80 % na seiva, seu cheiro típico atrairá um inseto praga (PRIMAVESI, 2003). Segundo Malavolta (2006) o excesso de nitrogênio aumenta o teor de aminoácidos livres, o que pode também ser provocado pela limitação de outros nutrientes como K, S, Zn que dificultam a síntese proteica.

Quanto à ocorrência de *H. armigera*, nota-se que no início do estágio reprodutivo, no período compreendido entre cinquenta a sessenta e três DAE, ocorreram os maiores picos populacionais (figura 3). Na cultura da soja *H. armigera* se alimentam de folhas, especialmente brotos, frutos e vagens (SULLIVAN; MOLET, 2014). Danos

que podem ocorrer desde o estágio vegetativo ao reprodutivo das plantas de soja (CZEPAK et al., 2013) fato observado no presente estudo. O nível de controle usualmente utilizado para manejo de *H. armigera* é de 4 lagartas pequenas (>1,5cm) por metro linear, 30% de desfolha no estágio vegetativo e 15% de desfolha no estágio reprodutivo (EMBRAPA, 2014).

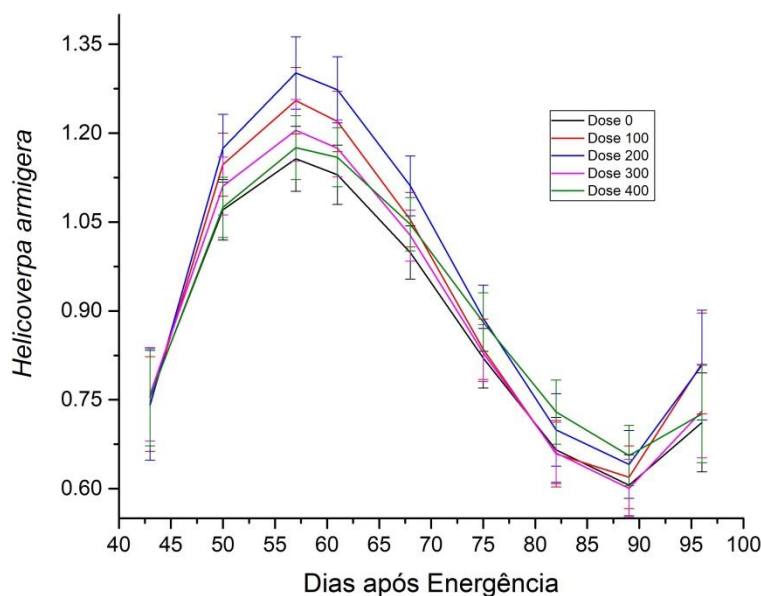


Figura 3: Número de *Helicoverpa armigera* por m⁻¹ nas plantas de soja em função da fontes e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

Em relação às doses, percebe-se uma maior incidência nas plantas adubadas na dose de 200 kg ha⁻¹ com pico populacional cinquenta e seis DAE (Figura 3). É sabido que a movimentação das lagartas na planta está relacionada à busca de alimentos de maior qualidade nutricional (JOHNSON; ZALUCKI, 2007). A aplicação de fertilizante em excesso na agricultura pode aumentar ou diminuir os problemas com as pragas, dependendo da composição do fertilizante e das espécies de insetos. Esses fertilizantes interferem em determinados processos bioquímicos da planta, como exemplo, a proteossíntese e a proteólise (CHABOUSSOU, 1987). No caso do presente trabalho, a dose de 200 kg ha⁻¹, pode ter interferido na proteossíntese, contribuindo para o acúmulo de substâncias solúveis atrativas ao inseto no sulco celular.

Observa-se que as plantas sem adubação fosfatada foram menos atrativas para os insetos do período compreendido entre oitenta e cinco a noventa DAE (figura 3). O crescimento e a reprodução de insetos fitófagos são frequentemente limitados pela

qualidade nutricional de seus hospedeiros (FISCHER; FIEDLER, 2000). No caso do presente trabalho, as plantas sem adubação não ofereciam condições ótimas para o desenvolvimento do inseto. Cobb e Waring (1992) observaram que a fertilização aumentou o crescimento, fecundidade, sobrevivência e densidade de artrópodes.

Na figura 4, verifica-se a ocorrência de *E. lignosellus* em plantas de soja adubadas com MAP e Superfosfato simples, respectivamente. Sendo que os maiores picos populacionais dos insetos para ambos os tratamentos ocorreram no estágio vegetativo no período compreendido entre quarenta e um dia a oitenta DAE (Figura 4). De acordo com Gallo (2002) em soja a lagarta *E. lignosellus* irá ocorrer no início do desenvolvimento da planta. Fato observado no presente estudo. O dano causado ocorre logo após a germinação, cortando e broqueando o colo da planta, provocando a redução do “stand (GALLO, 2002).

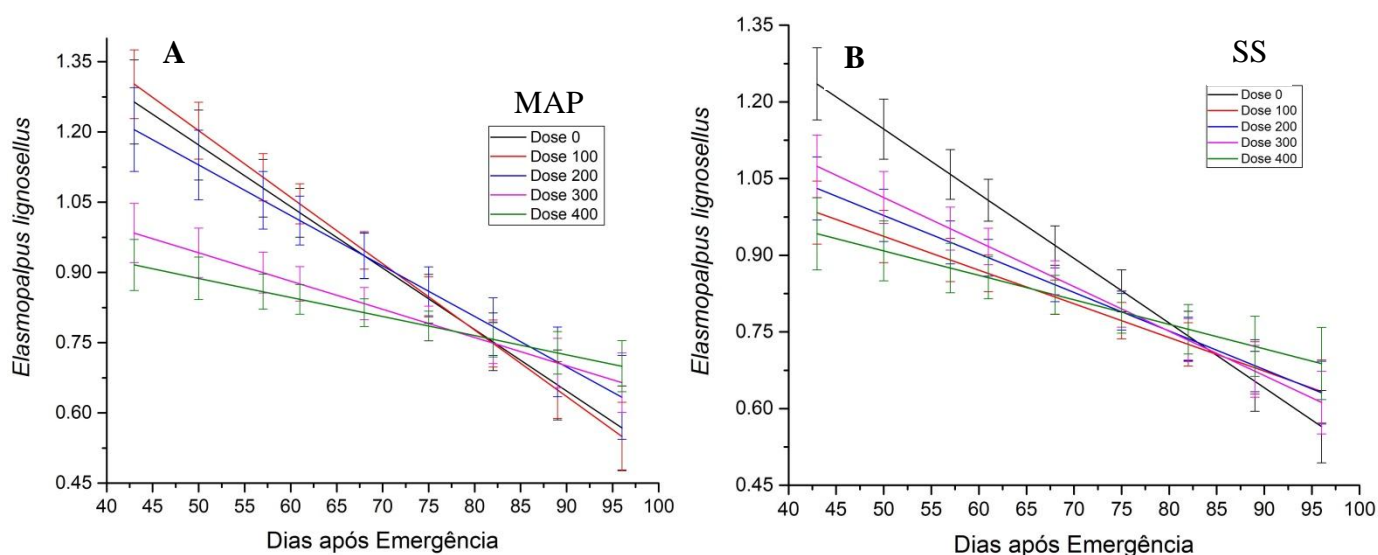


Figura 4: Número de *Elasmopalpus lignosellus* por m^{-2} nas plantas de soja em função da fonte e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

Nota-se que no tratamento de 400 kg ha^{-1} de ambas as fontes de fosforo, a ocorrência de *E. lignosellus* foi semelhante (figura 5). Por outro lado, observa-se que na dose de 100 kg ha^{-1} da fonte MAP ocorreu um maior número de insetos (figura 4A) em comparação com a dose 100 kg ha^{-1} de Superfosfato simples, que teve menor incidência (figura 4B). As plantas sem adubação fosfatada apresentaram maiores incidências dos insetos compreendidos entre o período de quarenta e um a noventa DAE (Figura 4B).

A teoria da Trofobiose considera que o ataque de pragas nos cultivos é um efeito, cuja causa está no desequilíbrio metabólico da planta (CHABOUSSOU, 1987). Neste caso, as plantas sem adubação fosfatada podem ter apresentado deficiência de algum nutriente, desencadeando um desajuste nutricional. Bonilla (1992) afirma que tanto o excesso como a carência de um ou mais elementos provocam o rompimento do equilíbrio fisiológico normal da planta, levando a um acúmulo de compostos solúveis como açúcares e aminoácidos, causando, dessa forma, a diminuição da resistência natural das plantas.

Em relação à dose 400 kg ha⁻¹ verifica-se um menor ataque para ambos os tratamentos (figura 4), isso pode estar relacionado com incremento de fósforo nas plantas. Rashid et al., (2016) avaliando a infestação e alimentação de *Nilaparvata lugens* (Stål) nas plantações de arroz adubadas com diferentes doses de N, P e K, inferiram que o aumento da fertilização com P incrementou a concentração de P nos tecidos das plantas, mas não afetaram a alimentação do inseto. Entretanto, no presente trabalho o incremento de fósforo pode ter interferido na fisiologia da planta, tornando a menos atrativas para os insetos, pois o fósforo participa na síntese da parede celular. Isto pode, portanto, influenciar a função da célula parede como uma barreira para o ataque de insetos pragas (MALAVOLTA, 2006).

O uso de fertilizantes pode modificar o desenvolvimento das culturas, alterando os níveis de nutrientes em diferentes partes da planta, em consequência, pode agir de modo diferente sobre populações de insetos. Deste modo, espécies vegetais diferentes apresentam variadas formas de absorção, processamento e disponibilização de fertilizantes, diferenciando-se no modo de como interferem sobre os insetos (HERZOG; FUNDERBURK, 1986).

Percebeu-se que a ocorrência de *E. heros* foi maior no período de setenta a noventa e cinco DAE, na metade do estágio reprodutivo, para ambos os tratamentos (figura 5). Normalmente, a colonização de campos de soja por percevejos dar início no final do estágio vegetativo com maiores picos de infestação no estágio reprodutivo (GALLO, 2002) fato analisado neste estudo. O nível de dano para os percevejos é de um a dois insetos por metro de fileira, em campo de produção de sementes e grãos, respectivamente (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009)

Na figura 5A, observa-se que na dose de 300 kg ha⁻¹ da fonte de MAP houve menor incidências no decorrer das avaliações, porém, na fonte de Superfosfato simples a dose 300 kg ha⁻¹ apresenta um aumento na incidência, com pico populacional no final do estágio reprodutivo, noventa e cinco dias após a emergência (figura 6B). Essa situação pode estar relacionada ao fato que os níveis de nutrientes das plantas podem modificar dentro e entre as plantas, e são influenciados por fatores externos, como regime de irrigação, luz e tratamentos de fertilizantes (FACKNATH et al., 2005). Pois, as relações nutriente-plantainseto apresentam características e relações distintas (CARDOSO et al., 2002). Deste modo, infere-se que as plantas adubadas com a dose de 300 kg ha⁻¹ de Superfosfato simples podem ter apresentado substâncias solúveis favoráveis para a alimentação dos percevejos.

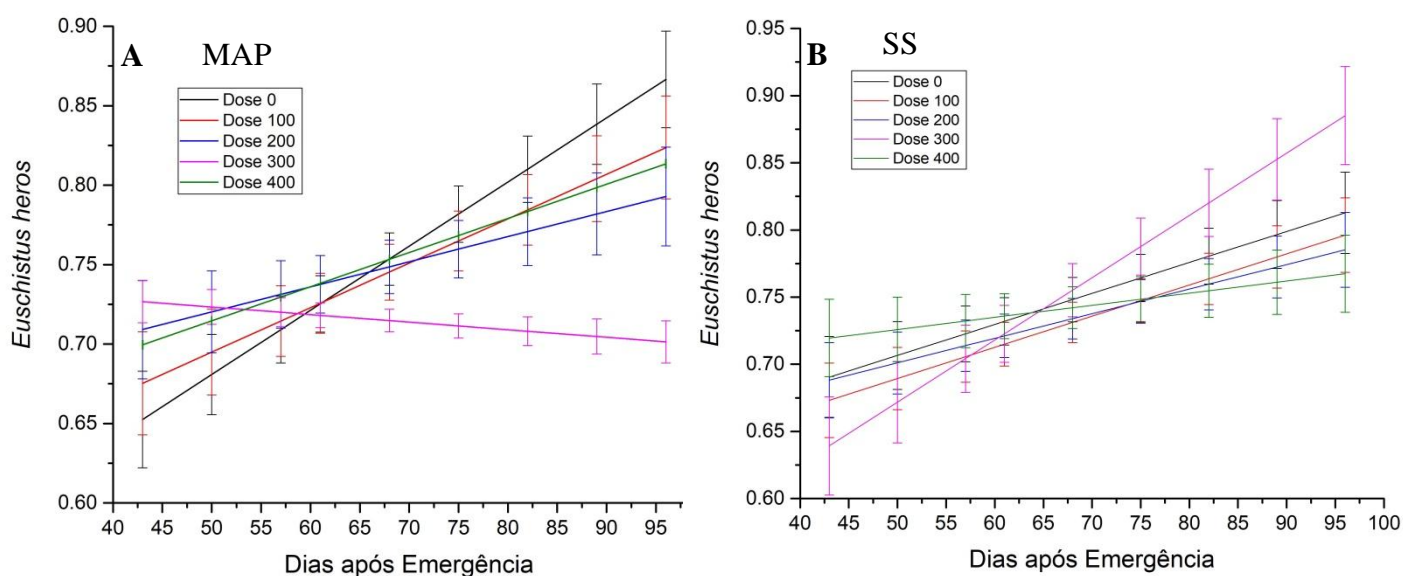


Figura 5: Número de *Euschistus heros* por m⁻² nas plantas de soja em função em função da fonte e dose de fósforo durante o ciclo da cultura.

Nota-se que as plantas sem adubação fosfatada no tratamento de MAP, apresentam maior incidência de insetos com maiores picos populacionais no final do estágio reprodutivo (figura 6A), esse resultado também é observado no tratamento de Superfosfato simples nas plantas sem adubação (figura 6B), o que pode ser consequência da deficiência de algum nutriente, uma vez que o fósforo é constituinte dos ATPs, utilizado para que os aminoácidos sejam reunidos em cadeias polipeptídicas (proteínas), em situações que este elemento está indisponível, podendo ocasionar um

desequilíbrio nutricional na planta, levando a redução da proteossíntese e deixando as plantas mais susceptíveis (CHABOUSSOU, 1987).

De acordo com os resultados obtidos da análise da variância (Tabela 2) constatou-se que houve efeito significativo para os fatores fonte e dose para os teores de nutrientes nas folhas. Os nutrientes P, N, Cu, Mg, S, Fe e Mn apresentaram efeito significativo para o fator fonte. No tratamento MAP, os nutrientes P, N e Cu foram maiores nas análises das folhas. Sendo que, no tratamento superfosfato simples o teores de Mg, S, Fe e Mn foi maior, e somente P foi significativo para dose.

Tabela 2: Resumo de análise de variância para teor de nutrientes em folhas de soja em função da fonte e dose de fosforo.

FV	Teor de nutriente nas folhas										
	P	N	Cu	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Bo	Zn
Bloco	0.192	28.3	1.13	1.01	4.96	1.17	0.155	773	462	179	95.8
Fonte (F)	3.378**	175*	30.7**	40.1 ^{ns}	42.7 ^{ns}	20.6*	2.26*	21669**	1836**	246 ^{ns}	325 ^{ns}
Dose (D)	2.103**	11.7 ^{ns}	0.38 ^{ns}	22.7 ^{ns}	5.61 ^{ns}	1.68 ^{ns}	0.054 ^{ns}	277 ^{ns}	302 ^{ns}	147.94 ^{ns}	95.3 ^{ns}
A X D	0.325 ^{ns}	23.4 ^{ns}	0.93 ^{ns}	16.6 ^{ns}	21.3 ^{ns}	3.47 ^{ns}	0.137 ^{ns}	161 ^{ns}	152 ^{ns}	8.37 ^{ns}	39.0 ^{ns}
Erro	0.199	37.1	0.51	12.3	22.8	3.41	0.460	1594	231	182.96	95.8
CV%	10.5	13.2	33.21	31.0	30.2	27.3	36.4	39.3	29.6	64.5	28.9
Média	4.25	46.14	2.15	11.4	15.82	6.76	1.86	101.5	51.3	20.96	33.85
Médias											
MAP	4.54 a	48.23 a	3.03 a	10.35 a	16.85 a	7.48 a	1.63 b	78.20 b	44.55 b	23.45 a	31.00 a
SS	3.96 b	44.05 b	1.27 b	12.35 a	14.78 a	6.04 b	2.10 a	124.75 a	58.10 a	18.48 a	36.70 a

^{ns} não significativo, *significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pelas mesmas letras não e diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância para os componentes de rendimento, observou-se que a variável área foliar e número de folhas não apresentaram diferenças significativas, porém, as variáveis produtividade e massa de grãos obtiveram efeitos significativos (Tabela 3).

Observou-se que as doses de fósforo proporcionaram diferentes respostas. Deste modo, para a variável produtividade, as doses 200 kg.ha⁻¹, 300 kg.ha⁻¹ e 400 kg.ha⁻¹ apresentaram os respectivos valores médios de 2.300 kg.ha⁻¹, 2.531 kg.ha⁻¹ e 2.443 kg.ha⁻¹ na fonte de Superfosfato simples, não diferindo estaticamente. Alguns trabalhos afirmam que a fonte de Superfosfato simples proporcionou melhores rendimentos, como citado por Farias et al., (2005), que infere que a adubação com Superfosfato simples

proporcionou diferenças significativas entre as doses, sendo que a dose que apresentou maior rendimento médio, dentro do intervalo experimental, foi de 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Em relação à massa de grão, as doses que proporcionaram maiores valores médios foram de 200 kg.ha⁻¹, 300 kg.ha⁻¹ e 400 kg.ha⁻¹ (Tabela 3) semelhante aos resultados de produtividade, pois essas variáveis tem relação entre si, por que a medida que a massa de grãos aumentam a produtividade também aumenta (VAZ BISNETA et al., 2015). Por conseguinte, as variáveis área foliar e número de folha não apresentaram diferenças significativas entre as doses

A resposta da soja à adubação fosfatada pode estar relacionada a alguns fatores, entre eles, pode ser mencionados o estado nutricional da planta e o tipo de cultivar utilizada, capazes de influenciar a absorção de fósforo (SILVEIRA; MOREIRA, 1990).

Tabela 3: Resumo de análise de variância para componentes de rendimento da cultura da soja em função da fonte e dose de fosforo.

Fonte de variação	Gl	Componentes de rendimento			
		Produtividade	M. de Grão	Área foliar	N. de folhas
Bloco	3	0.0026	26.09	15284	780.2
Fonte (F)	1	0.8614**	8540**	43495 ^{ns}	2844 ^{ns}
Dose (D)	4	0.5055**	5056**	34383 ^{ns}	488.9 ^{ns}
A x D	4	0.0372 ^{ns}	366.6 ^{ns}	3548 ^{ns}	190.1 ^{ns}
Erro	26	0.0286	284.8	39637	875.8
CV%		7.46	7.45	34.79	28.46
Média		2.27	226.7	572.3	104.0
MAP		2.12 b	212.06 b	605.29 a	112.79 a
SS		2.41 a	241.28 a	539.34 a	95.65 b
0		1.891 c	189.1 c	610.22 a	103.5 a
100		2.170 b	216.8 b	506.03 a	101.5 a
200		2.300 ab	229.9 ab	647.34 a	109.6 a
300		2.531 a	253.0 a	500.79 a	93.3 a
400		2.443 a	244.4 a	597.16 a	113.1 a

^{ns} não significativo, *significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pelas mesmas letras não e diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os coeficientes de correlação, apesar de serem de grande utilidade na quantificação da magnitude e direção das influências de fatores na determinação de caracteres complexos, não dão a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos destes fatores (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Na Tabela 4 apresentam-se as correlações diretas positivas e negativas em relação à ocorrência de insetos e teores de nutrientes no solo e componente de produção. Diante dos resultados observa-se que o Mg na planta influenciou a incidência de *H. armigera*, por outro lado, o S na planta afeta negativamente o ataque de *A. gemmatilis*. Isso se dá ao fato dos metabólitos secundários presentes no enxofre (RAUSCH et al., 2005).

Para os componentes de produção, observou-se que a presença de *H. armigera* foi positivo para a área foliar e número de folha. *C. includens* influenciou o número de folhas (Tabela 4). Isso pode estar ligado com supercompensação que ocorre quando a herbivoria é benéfica. Nesses casos, a herbivoria em baixa intensidade estimula a planta a produzir mais flores, folhas e frutos, igualando ou aumentando em relação à produção sem a interferência da herbivoria (TSUMELE et al., 2007).

Tabela 4: Correlações entre a ocorrência dos insetos, teores de nutrientes no solo e na planta e os componentes de produção.

	<i>E. lignosellus</i>	<i>H. armigera</i>	<i>A. gematalis</i>	<i>C. includens</i>	<i>Euschistus heros</i>
K (solo)	0.15 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.05 ^{ns}
S (solo)	-0.04 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	0.07 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	0.02 ^{ns}
Fe (solo)	-0.23 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.03 ^{ns}
Co (solo)	0.09 ^{ns}	0.26 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}
Zn (solo)	-0.29 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.23 ^{ns}
N (Planta)	0.13 ^{ns}	0.15 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	-0.06 ^{ns}
P (Planta)	-0.23 ^{ns}	0.16 ^{ns}	-0.24 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.00 ^{ns}
Mg (Planta)	-0.01 ^{ns}	0.43 ^{**}	0.00 ^{ns}	0.17 ^{ns}	-0.02 ^{ns}
S (Planta)	-0.16 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	-0.31 [*]	-0.12 ^{ns}	0.11 ^{ns}
Cu (Planta)	0.06 ^{ns}	0.08 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.05 ^{ns}
Fe (Planta)	-0.21 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.12 ^{ns}
Mn (Planta)	-0.19 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.04 ^{ns}
Área foliar	0.13 ^{ns}	0.48 ^{**}	-0.01 ^{ns}	0.24 ^{ns}	-0.02 ^{ns}
Número folhas	0.25 ^{ns}	0.61 ^{**}	0.09 ^{ns}	0.38 [*]	0.08 ^{ns}
Peso de Grão	-0.28 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.08 ^{ns}
Produtividade	-0.28 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.08 ^{ns}

^{ns} não significativo, ^{*}significativo a 5% e ^{**}significativo a 1% de probabilidade pelo teste *t*.

Por definição da análise de trilha permite fazer a partição das correlações entre duas características entre efeitos diretos e indiretos. Logo, temos que usar uma característica como a principal. No caso do presente estudo, a incidência de insetos pragas são as características principais e o teor de nutrientes no solo ou na planta são as características secundárias.

Os resultados da análise de trilha do presente estudo apresentam estimativas de correlações entre a incidência de insetos em função de teores de nutrientes do solo (S) e da planta (P). Os dados da análise de trilha apresentaram predominantemente média de alta magnitude, com valores entre (0,421 a 1,450) positivos e negativos (Tabela 5).

De acordo com os resultados das análises de trilha (Tabela 5), pode-se inferir os efeitos entre os nutrientes, os que agem diretamente e os que se associam a outro nutriente, na incidência de insetos *A. gemmatalis*, *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* e *E. heros*. Assim, verifica-se que o ferro no solo, como nas plantas, apresentaram efeitos negativos diretos e indiretos com valores de média e alta magnitude -0,468 e -1,450, respectivamente. Ou seja, o Fe afeta a incidência de *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* e *E. heros*.

É sabido que o micronutriente ferro atua como catalisador em muitos processos metabólicos, como a respiração e a fotossíntese, sendo essencial para o crescimento de quase todos os organismos (KIEU, 2012), assim, na interação inseto planta, este atua nos mecanismos de defesa da planta, pois está envolvido na síntese de lipoxigenase (hemoenzima) que catalisa a oxidação dos ácidos linoléico e linolênico em vários outros compostos (incluindo traumatina e ácido jasmônico), e portanto, o suprimento adequado aumenta crescimento e resistências a pragas (PRADO, 2008). Fato observado no presente trabalho.

Segundo a análise de trilha (Tabela 5) o enxofre (S) na maior parte dos resultados apresentou efeitos negativos diretos e indiretos, com valores de média e alta magnitude -0,436 e -1,052, respectivamente, podendo este alterar a incidências de *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* e *E. heros* nas plantas. O enxofre (S) é um macronutriente essencial, assimilado em cisteína, um aminoácido que participa no cruzamento do metabolismo primário. Estudos mencionam que o S tem função proeminente para a nutrição “extra” no potencial de defesa das plantas (RAUSCH, 2005). Pois, os glucosinolatos são derivados de aminoácidos e contêm pelo menos dois

átomos de enxofre, um proveniente de cisteína e o outro de fosfoadenosina fosforosulfato. A combinação de glucosinolato-tioglucoosidase funciona como uma arma de defesa de componente duplo. Esses produtos de degradação representam os componentes "ativos de defesa" e comprovaram suprimir o crescimento microbiano (SMITH, 2002), o que justifica os efeitos do S na incidência dos insetos no presente trabalho.

A literatura apresenta trabalhos que comprovam a eficiência de aplicações de enxofre na incidência de pragas, como o estudo realizado por Miranda et al., (2011) que observaram o efeito supressivo de compostos sulfurados adicionados no solo sobre a população de percevejo castanho, *Scaptocoris sp* na cultura do algodão. Os resultados do estudo apresentaram que o uso de fontes de enxofre (sulfato de cálcio e sulfato de amônio) promoveu maior número de plantas, maior número de capulhos por planta e menor área descoberta, além disso, proporcionaram maior tolerância das plantas ao ataque de percevejo castanho.

Na Tabela 5 observaram-se efeitos diretos e indiretos positivos e negativos do Manganês. Entretanto, nos resultados observados para o Mn os efeitos diretos e indiretos positivos, foram predominantes, com valores de média e alta magnitude 0.421 a 0.755, respectivamente, com maior incidência de *A. gemmatilis*, *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* e *E. heros*. Esses resultados discordam dos obtidos por Santos (2014), que verificou efeitos significativos do Mn na incidência dos insetos. Este avaliou diferentes doses de Mn e o controle na incidência do manhoso do feijão-caupi. De acordo com os resultados a nutrição adequada de Mn aumenta a lignificação da parede celular, gerando maior rigidez ao tegumento do grão e, conseqüentemente, maior resistência da semente ao ataque de insetos.

Esses resultados divergentes podem ser explicados da seguinte forma: a aplicação de fertilizantes pode interferir no desenvolvimento das plantas, podendo modificar os níveis de nutrientes em diferentes partes da planta e, por conseguinte, atuar de modo diferente sobre populações de insetos. Deste modo, espécies vegetais diferentes apresentam diversas formas de absorção, processamento de disponibilização de nutrientes, diferenciando-se no modo de como interferem sobre os insetos (HERZOG; FUNDERBURK 1986).

Segundo a análise de trilha (Tabela 5) o micronutriente cobre (Cu), apresentou efeitos diretos e indiretos negativos de média magnitude, com valores entre -0.431 e -0.857, com uma menor incidência de *C. includens*, *H. armigera*, *E. lignosellus* e *E. heros*. Esses resultados podem ser explicados pelo fato do Cu participar do metabolismo secundário das plantas. As enzimas polifenoloxidase, ascorbato oxidase e diamino oxidase contêm Cu e ocorrem nas paredes celulares, cumprindo um papel nas vias biossintéticas desde fenol via quinona até substâncias melanóticas e lignina (KIRKBY et al., 2007), tornando a paredes celulares mais espessa, impedindo a herbivoria por insetos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Liew (2012), ao avaliar os efeitos das aplicações foliares de cobre (Cu) na redução de doenças fúngicas, onde observou uma redução de 5% de incidência das doenças. Para ele, este fato se deve ao efeito biocida do Cu ao aprimorar as propriedades fisiológicas das próprias plantas, como melhor lignificação e membrana celular fortificada.

Os micronutrientes Cobalto (Co) e Zinco (Zn), mediante a análise de trilha (Tabela 6) apresentaram efeitos indiretos positivos e efeito indiretos negativos, respectivamente. As correlações de Co foram de alta magnitude com valores entre 0.597 e 1.249. Na cultura da soja, o Co é considerado um elemento essencial, pois tem forte influência na absorção do nitrogênio, participando de várias reações metabólicas (CERETTA et al., 2005). Assim, a presença de Co nas plantas de soja do presente estudo, pode ter proporcionado maiores concentrações de N nas plantas de soja, favorecendo a herbivoria por insetos, por estar relacionado com a síntese de aminoácidos e proteínas que são nutrientes limitantes para a sobrevivência dos insetos (MARSCHNER, 1995).

Para o micronutriente Zn, foram observados efeitos indiretos negativos de alta magnitude -0.877, com uma incidência menor de lagarta *A. gemmatalis*, *C. includens*, *E. lignosellus*. Entretanto, o Zn beneficiou a incidência dos percevejos *E. heros*, com efeitos diretos positivos 0.692 (Tabela 5). É válido mencionar que o Zn desempenha papel importante nas plantas, pois participa de vários processos bioquímicos, como o citocromo e síntese de nucleotídeos, metabolismo das auxinas, produção de clorofila, ativação enzimática e integridade da membrana (YAMADA, 2017), portanto, na interação inseto planta, este pode atuar nos mecanismos de defesa da planta. Como

mostra no presente estudo o efeito negativo para alimentação de *A. gemmatalis*, *C. includens*, *E. lignosellus*.

Entretanto, o Zn proporcionou resposta diferente avaliando o percevejo *E. heros*. Observando uma correlação direta positiva, aumentando a incidência de ataque da praga nas vagens da planta. Apesar da soja não apresentar grande capacidade de resposta ao nutriente Zn (MALAVOLTA, 1985), alguns autores observaram resposta na produção de soja após adubação com Zn, com o desenvolvimento e maior produtividade (GARCIA et al., 2009; INOCÊNCIO et al. 2012). Desta forma, devido à alta qualidade nutricional das vagens, as mesmas tendem a se tornar mais atrativas para alimentação dos percevejos.

Os demais nutrientes ou elementos químicos no solo ou nas plantas que tiveram alguma correlação direta ou indireta com os insetos foram de baixas magnitude (entre 0,2 a 0,3) tendo pouca relevância para incidência de pragas.

Diante das análises de trilha, a ocorrência das lagartas *C. includens*, *A. gemmatalis*, *H. armigera*, e o percevejo *E. heros* não apresentaram efeito significativos para a produtividade, sendo que sua ocorrência não comprometeram a produtividade da soja. Entretanto, a lagartas *E. lignosellus*, apresentou efeitos direto negativos de média magnitude -0,433, isso indica, que esta praga interferiu negativamente na produção de soja (Tabela 6).

Esse fato pode ser explicado, uma vez que, a lagarta *E. lignosellus* é conhecida por causar danos irreversíveis as lavouras de soja. As perdas causadas estão relacionadas com a redução no estande, resultando no baixo rendimento da cultura. O dano é causado pela lagarta na região do colo, penetrando em seguida no colmo e fazendo galerias no seu interior, podendo causar perfilhamento ou morte da planta. As medidas de controle são indicadas quando 5-10 % das plantas estiverem infestadas (VIANA et al., 2009).

Segundo a análise de trilha, os demais insetos obtiveram correlações diretas e indiretas baixas, quase nulas, para a produtividade, a exemplo de *C. includens* que apresentou correlação direta positiva baixa de 0,285, *A. gemmatalis* também apresentou correlação baixa de 0,051. Para *H. armigera* e *Euschistus heros*, também foi verificado uma baixa correlação de 0,048 e 0,002, respectivamente (Tabela 6), o que não implica

falta de relação, apenas expressa a ausência de relação linear entre eles (CRUZ et al., 2004).

Tabela 5: Estimativas dos efeitos diretos e indiretos de nutrientes sobre as correlações com a incidência de inseto.

Nutrientes	Vias de associação		Incidência	Nutrientes	Vias de associação		Incidência
<i>Chrysodeixis. Includens</i>				<i>E. lignosellus</i>			
Ferro S.	Ferro S.	ED	-1.450	Ferro S.	Ferro S.	ED	-1.342
Enxofre P.	Enxofre P.	ED	-0.468	Cobalto S.	Cobalto S.	ED	-0.693
Cobre P.	Cobre P.	ED	-0.573	Cobre P.	Cobre P.	ED	-0.482
Manganês P.	Manganês P.	ED	0.731	Ferro S.	Cobre P.	E IND	0.996
Ferro S.	Cobalto S.	E IND	1.249	Ferro S.	Enxofre P.	E IND	-0.618
Ferro S.	Zinco S.	E IND	-0.877	Cobalto S.	Ferro S.	E IND	0.597
Ferro S.	Nitrogênio P.	E IND	0.47	Ferro S.	Cobalto S.	E IND	1.155
Ferro S.	Fosforo P.	E IND	0.428	Ferro S.	Zinco S.	E IND	-0.811
Cobre P.	Ferro S.	E IND	0.425	Ferro S.	Nitrogênio P.	E IND	0.435
Ferro S.	Enxofre P.	E IND	-0.668	Cobalto S.	Cobre P.	E IND	-0.440
Manganês. P.	Enxofre P.	E IND	0.421	Ferro S.	Manganês P.	E IND	0.704
Manganês P.	Ferro S.	E IND	0.467	Ferro S.	Cobre P..	E IND	-0.857
Ferro S.	Cobre P..	E IND	1.076	Ferro S	Enxofre S	E IND	-0.98
Cobalto S.	Cobre P.	E IND	-0.563	<i>Euschistus heros</i>			
Ferro S.	Ferro P.	E IND	-0.761	Enxofre S.	Enxofre S.	ED	0.539
Manganês P.	Enxofre S.	E IND	0.484	Potássio S.	Ferro S.	ED	-1.44
Ferro S.	Manganês P.	E IND	-0.926	Zinco S.	Zinco S.	ED	0.692
<i>Helicoverpa armigera</i>				Ferro S .	enxofre S.	E IND	-1.052
Potássio S..	Potássio S.	ED	0.440	Ferro S.	Cobalto S.	E IND	1.24
Ferro S.	Ferro S.	ED	-0.447	Ferro S. .	Zinco S.	E IND	-0.871
Cobre P.	Cobre P.	ED	-0.431	Ferro S.	Nitrogênio P.	E IND	0.467
Manganês P.	Manganês P.	E IND	0.755	Ferro S..	Fosforo P.	E IND	0.425
Manganês P.	Ferro S.	E IND	0.482	Ferro S.	Enxofre P.	E IND	-0.663
Manganês P.	Enxofre P.	E IND	0.435	Ferro S.	Cobre P.	E IND	1.069
<i>Anticarsia gemmatalis</i>				Ferro S.	Ferro P.	E IND	-0.756
Enxofre P.	Enxofre P.	ED	-0.436	Ferro S.	Manganês P.	E IND	-0.919
Manganês P.	Manganês. P.	ED	0.531				

Tabela 6: Estimativas dos efeitos diretos e indiretos de nutrientes sobre as correlações com produtividade.

Insetos	Vias de associação	Produtividade	Insetos	Vias de associação	Produtividade
<i>E. lignosellus</i>	ED	-0.4330	<i>A. gemmatalis</i>	ED	0.051
<i>S. fugiperda</i>	E IND	0.0120	<i>S. fugiperda</i>	E IND	0.004
<i>S. cosmiodes</i>	E IND	0.0510	<i>S. cosmiodes</i>	E IND	-0.032
<i>S. eridania</i>	E IND	0.0510	<i>S. eridania</i>	E IND	-0.026
<i>H. armigera</i>	E IND	0.0070	<i>E. lignosellus</i>	E IND	-0.065
<i>A. gemmatalis</i>	E IND	0.0080	<i>A. gemmatalis</i>	E IND	-0.001
<i>C. includens</i>	E IND	0.0210	<i>C. includens</i>	E IND	0.092
<i>Euschistus heros</i>	E IND	0.0000	<i>Euschistus heros</i>	E IND	0
<i>C. includens</i>	ED	0.2850	<i>Euschistus heros</i>	ED	0.002
<i>S. fugiperda</i>	E IND	-0.0040	<i>S. fugiperda</i>	E IND	0.006
<i>S. cosmiodes</i>	E IND	-0.0230	<i>S. cosmiodes</i>	E IND	0.026
<i>S. eridania</i>	E IND	-0.0210	<i>S. eridania</i>	E IND	-0.021
<i>E. lignosellus</i>	E IND	-0.0320	<i>E. lignosellus</i>	E IND	-0.025
<i>A. gemmatalis</i>	E IND	0.0170	<i>A. gemmatalis</i>	E IND	0.011
<i>C. includens</i>	E IND	0.0160	<i>C. includens</i>	E IND	0.009
<i>Euschistus heros</i>	E IND	0.0010	<i>C. includens</i>	E IND	0.072
<i>H. armigera</i>	ED	0.048			
<i>S. fugiperda</i>	E IND	-0.009			
<i>S. cosmiodes</i>	E IND	-0.031			
<i>S. eridania</i>	E IND	-0.009			
<i>E. lignosellus</i>	E IND	-0.059			
<i>A. gemmatalis</i>	E IND	-0.001			
<i>C. includens</i>	E IND	0.102			
<i>Euschistus heros</i>	E IND	0.001			

5. CONCLUSÃO

- A adubação fosfatada afeta a incidência de insetos pragas;
- A adubação fosfatada não afeta a ocorrência de *Anticarsia gemmatilis*;
- A adubação com MAP e SFS, nas menores concentrações, afeta a ocorrência de *Crysoideixis includens*;
- A adubação fosfatada, nas maiores concentrações, não afeta a ocorrência *H. armigera*;
- A maior dose, em ambas as fontes de P, afeta a incidência *E. lignosellus*
- A adubação com MAP, na dose 300 kg ha⁻¹, afeta a incidência *E. heros*; porém, na adubação com SFS, a incidência não foi afetada na dose já supracitada;
- A adubação fosfatada com MAP e superfosfato simples proporcionam maiores concentrações de P, N, Cu nas folhas,
- A adubação com superfosfato simples proporcionam maiores concentrações para Mg, S, Fe e Mn;
- A adubação com SFS proporciona maior produtividade e massa de grãos em relação adubação com MAP;
- Cobre, Ferro e Manganês afeta a incidência de insetos, cobre e ferro afeta negativamente e manganês positivamente;
- *E. lignosellus* afeta diretamente a produtividade da soja.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. D.; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v.21, n.16, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS-ABIOVE Exportações do Complexo Soja - Janeiro/2015. 2015. Disponível em: . Acesso em: 17 de abril de 2018.
- AMARAL JÚNIOR, A. T.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; SILVA, D. J. H. da; SILVA, L. F. C. Estimativas de correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre sete caracteres morfoagronômicos em oito acessos de moranga. **Bragantia**, v.53, n.2, p.163-166, 1994.
- ANWAR, M.; SHAFIQUE, M.; TOFIQUE RAO, M. Integration of sowing time and fertilizer application for management of aphids and increased yield in Brassica. **Pakistan journal of zoology**, v.30, n.4, p. 307-309, 1998.
- ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. p.12, 2013.
- BERINGER, H.; TROODENIER, G. Influence of K nutrition on the response to environmental stress. In: Congress IPI. Potassium Research-Review and Trends, **Proceeding**. p.189-222, 1978.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LARA, F. M.; LUCCIN, L. M.; COSTA, G. M. Avaliação dos efeitos da adubação em genótipos de milho sobre a incidência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. **Cultura Agrônômica, Ilha Solteira**, v.5, n.1, p.39-50, 1996.
- BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992.
- BORÉM, A. MIRANDA GV (2005) **Melhoramento de plantas**. 4ª ed. Viçosa, UFV. 525p.
- BUENO, R. D. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. D. F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J. R. G.; CAMILLO, M. F. Sem barreira. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2007.
- CARDOSO, ALEXANDRE M.; CIVIDANES, FRANCISCO J.; NATALE, WILLIAM. Influence of phosphate-potassic fertilization on the occurrence of soybean insect pests. **Neotropical Entomology**, v. 31, n.3, p.441-444, 2002.
- CARNEIRO, E.; SILVA, L. B.; DA SILVA, A. F.; LOPES, G. N.; PAVAN, B. E.; RODRIGUES, R. H. F.; MIELEZRSKI, D. F. Lepidopteran pests associated with the soybean cultivars phenology. **Bioscience Journal**, n.34 v.1, 2018.

CARRANO-MOREIRA, A. F. (2006). *Insetos: manual de coleta e identificação*. ED. da UFRPE.

CERETTA, C. A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P. S.; MOREIRA, I. C. L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, É. E. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, p. 576-581, 2005.

CHABOUSSOU, F. **Les Plantes Malades des Pesticides**. Paris: Editions Débard, 1980. 265p.

CHABOUSSOU, F. **Santé des cultures, une revolution agronomique**. Paris: Flammarion, 1985. 296p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (a teoria da trofobiose)**. L & Pm, 1987.

CHABOUSSOU, F. **Plantas Doentes pelo Uso de Agrotóxicos (A Teoria da Trofobiose)**. 2ª. ed., Porto Alegre: L&PM, 1999. 272p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**. São Paulo: Expressão Popular, 2006. 320 p.

COBB, N. S.; WARING, Gwendolyn L. The impact of plant stress on herbivore population dynamics. In: **Insect-Plant Interactions**. CRC Press, 2017. p. 175-234, 1992.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. V. 5 - SAFRA 2017/18- N. 6 - Sexto levantamento. Brasília, v.5, p. 135. 2018.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a Qualidade da Semente de Soja – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 15p. (Embrapa Soja: Circular Técnica, 67), 2009.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. I. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004, 480p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2006. v. 2. 585p.

CRUZ, C.D. GENES- a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. First reported occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.1, 110-113, 2013.

DA SILVA VENTURA, S. R.; DE CARVALHO, A. G.; PEREIRA, F. T. Efeito da adubação na população de *Corythaica cyathicollis* em berinjela, em função do período de coleta. **Biotemas**, v.21, n.1,p. 47-51, 2008.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 265p. **Embrapa Soja. Sistemas de Produção.**

EMPRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **História da soja.** Disponível em:< <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 23 fevereiro. 2018.

FACKNATH, S.; LALLJEE, B. Effect of soil- applied complex fertiliser on an insect– host plant relationship: *Liriomyza trifolii* on *Solanum tuberosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 115, n. 1 p.67-77, 2005.

FOOD EN AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. 2018. Disponível em: Acesso em: 14 dez. 2018.

FAQUIN, Valdemar. Nutrição mineral de plantas. 2005.

FARIAS, A. W.; ARRUDA S. R.; DANTAS DE M. R. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, 2005.

FEHR, W. R.; CAVINESS, Charles E. Stages of soybean development. 1977.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J. A. F. **Insetos orizívoros da parte subterrânea.** Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

FISCHER, K.; FIEDLER, K. Response of the copper butterfly *Lycaena tityrus* to increased leaf nitrogen in natural food plants: evidence against the nitrogen limitation hypothesis. **Oecologia**, v.124, p. 235-241, 2000.

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. "A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola." **Enciclopédia Biosfera–Centro Científico Conhecer**, v.7, n.12, p.1-12, 2011.

FUNDERBURK, J. E.; I.D. TEARE.; F. M. RHOADS. Population dynamics of soybean insect pest vs. Soil nutrient levels. **Crop Science**. v. 31, p. 1629-1633, 1991.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. D. (2002). **Entomologia agrícola** (No. 632.7 E61e). Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz.

GARCIA, G. G.; SILVA, T. R. B.; SECCO, D. Épocas de aplicação e doses de fertilizante a base de cobre e zinco no rendimento de grãos de soja. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 4, p.18-25, 2009.

GHORBANI, R.; KHAJEHALI, J. The effect of irrigation regimes and n-fertilizer levels on developmental time and parameters of fecundity life table of *Spodoptera exigua* (hubner) on sugar beet. **Iranian journal of agricultural sciences** v. 1, n.5, p. 505-513, 2013

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas, Piracicaba**, 2001.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA GOMEZ, D. R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. de. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. 2000. 70p. (Circular Técnica EMBRAPA, 30).

INOCÊNCIO, M. F.; RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; VELOSO, M. P.; FERRAZ, F. M.; HICKMANN, C. Resposta da soja à adubação com zinco em solo com teores acima do nível crítico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 47, n. 10, p. 1550-1554, 2012.

JIANG, M.; CHENG, J. Feeding oviposition and survival of overwintered rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) adults in response to nitrogen fertilization of rice at seedling stage. **Applied Entomology and Zoology** . v.38, n.4, p.543-549, 2003.

JOHNSON, M. L.; ZALUCKI, M. P. Feeding and foraging behaviour of a generalist caterpillar: are third instars just bigger versions of firsts. **Bulletin of Entomological Research**, v. 97, p. 81-88, 2007.

JOHNSON, R. A. & WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 2. ed. New Jersey, Prentice Hall, 1992, 607p.

KIEU, N. P.; AZNAR, A.; SEGOND, D.; RIGAULT, M.; SIMOND- CÔTE, E. L. I. Z. A. B. E. T. H.; KUNZ, C.; DELLAGI, A. Iron deficiency affects plant defence responses and confers resistance to *Dickeya dadantii* and *Botrytis cinerea*. **Molecular plant pathology**, v.13 n. 8, p.816-827, 2012.

KIRKBY, E. A.; ROMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agronômicas**. p.1-24. 2007.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S. G. Ecology and management of soybean arthropods. **Annual Review of Entomology**, Lanham, v. 32, p.507-538, 1987.

LIEW, Y. A.; OMAR, S. S.; HUSNI, M. H. A.; ZAINAL, A. M. A.; & ASHIKIN, P. N. Effects of foliar applied copper and boron on fungal diseases and rice yield on cultivar MR219. **Journal of Tropical Agricultural Science**, v. 35, n.2, p.339-349, 2012.

LOURENÇÃO, A.L.; H. A. A. Mascarenhas, P.B. Gallo & O.C. Bataglia. 1984. Efeito da calagem e da adubação potássica sobre a área foliar de soja consumida por lagartas das folhas. **Bragantia**, n. 43, p. 211-219.

MALAVOLTA, Euripedes. **Desordens nutricionais do cerrado**. POTAFOS, 1985.

MALAVOLTA, Euripedes. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.

MARSCHNER, H. The soil root interface (rhizosphere) in relation to mineral nutrition. **Mineral nutrition of higher plants**, 1995.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic press, 2011.

MARTINAZZO, R.; DOS SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31 n. 3, 2007.

MIRANDA, J. E.; CARVALHO, M. D.; MALAQUIAS, J. B.; DO NASCIMENTO, V. L. (2011). Efeito supressivo de fontes alternativas de enxofre sobre *Scaptocoris* sp. em algodoeiro. In **Embrapa Algodão-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8., 2011, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte. Anais. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2011.

MIYAZAWA, M. et al. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. Manual de análises de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa, p. 191-234, 2009.

NATALE, W. (2003). Calagem, adubação e nutrição da cultura da goiabeira. *Rozane DE, Couto FAA & EJA (eds.) Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado. Viçosa, UFV*, 303-331.

NOVAIS, R. D.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais** (No. 631.422 N934). Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG (Brasil). Dept. de Solos, 1999.

OLIVEIRA, M. F.; OLIVEIRA, H. A. S. S.; VELOSO, V. R.; FERNANDES, P. M., OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Influência de relações Nitrogênio/Potássio na preferência para alimentação e oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B na cultura do tomateiro. **Agrociência Uruguay**, v.13, n.1, p.19-26, 2009.

PANIZZI A. R., PARRA J. R. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo: Editora Manole. 359 p. 1991.

PASCHOAL, A. D. Pragas da agricultura nos trópicos, módulo 3.1. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR-ABEAS**, 1996.

PASSOS, R. R.; OLIVEIRA, C. M. R.; HOLTZ, A. M.; RANGEL, O. J. P. Nutrição de plantas relacionada à incidência de insetos-praga. In. PRATISSOLI, D.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAGO, H. B.; ALVES, F. R.; VIANA, U. R.; SANTOS JÚNIOR, H. J. G. dos.; RODRIGUES, C. **Tópicos Especiais em Produção Vegetal III**. Universidade Federal do Espírito Santos. Centro de Ciências Agrárias: Alegre, 2012.

PELUZIO, J. M.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S. Correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre alguns caracteres de soja, em Pedro Afonso, Tocantins. **Revista Ceres**, v. 45, n. 259, p. 303-308, 1998.

PINTO-ZEVALLOS, D. M.; MARTINS, C. B.; PELLEGRINO, A. C.; ZARBIN, P. H. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, n.36, p.1395-1405, 2013.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. editora UNESP, 2008.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças**. São Paulo: Nobel, 137 p 1994.

PRIMAVESI, A. Agroecologia: solo-planta-água-nutrição-saúde. **Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Encontro de agroecologia. Centro de Comunicação Rural, Campinas**, p.1-21, 2003.

PROCHNOW, L. I.; ROSSI, F. Análise de Solo e Recomendação de Calagem e Adubação. Viçosa, MG: CPT, 2009.

RANDALL, G. W.; HOEFT, R. G. Placement methods for improved efficiency of P and K fertilizers: A review. **Journal of Production Agriculture**, v.1, n.1 p.70-79, 1988.

RASHID, M. M.; JAHAN, M.; ISLAM, K. S. Impact of nitrogen, phosphorus and potassium on brown planthopper and tolerance of its host rice plants. **Rice Science**, v.23, n.3, p.119-131, 2016.

RAUSCH, T.; WACHTER, A. Sulfur metabolism: a versatile platform for launching defence operations. **Trends in plant science**, v.10, n.10 p.503-509, 2005.

RHEINHEIMER DOS SANTOS, Danilo; COLPO GATIBONI, Luciano; KAMINSKI, João. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, 2008.

RHEINHEIMER, D.S; ANGHINONI, I. Accumulation of soilorganic phosphorus by soil tillage and cropping systems in subtropical soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, n.15/16, p.2339-2354, 2003.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais-5ª Aproximação. Viçosa**, 1999.

SÁ, J. C. M. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. In: YAMADA, T; ABDALLA, S.R.S. (Ed.). Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos/Anda, p. 201-222, 2004.

SANTOS, N. S.; UCHÔA, S. C. P.; LIMA, A. C. S.; ALVES, J. M. A.; DA SILVA, D. C. O.; & DE SOUZA, L. T. Agronomic characteristics and incidence of attack *Chalcoedermus bimaculatus* in cowpea due to doses of manganese. **Agro@ mbiente On-line**, v.8n.1, p. 81-88. 2014.

SEGATELLI, C. R. **Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação fosfatada e potássica na cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn.** Diss. Universidade de São Paulo, 2004.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. **A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma Análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação.** 2011.

SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p. 63-67, 1990.

SMITH, B. J.; KIRKEGAARD, J. A. In vitro inhibition of soil microorganisms by 2-phenylethyl isothiocyanate. **Plant pathology**, v.51 n.5 p.585-593, 2002.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**: Rio de Janeiro, 2013.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Embrapa Soja, 2010.

SOUSA, DMG de; LOBATO, Edson. Cerrado: correção do solo e adubação. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, 2004.

STERNER, R. W.; ELSER, JAMES J. **Ecological stoichiometry: the biology of elements from molecules to the biosphere**. Princeton University Press, 2002.

SULLIVAN, M.; MOLET, T. CPHST pest datasheet for *Helicoverpa armigera*. 2014

TAIZ, LINCOLN; ZEIGER, EDUARDO. Metabólitos secundários e defesa vegetal. **Fisiologia vegetal**, n.3 p.309-344, 2004.

THYAGARAJ, N. E.; CHAKRAVARTH, A. K. Effect of different levels of NPK on shoot-and-fruit borer, *Conogethes punctiferalis* Guenée (Pyralidae: Lepidoptera) infestation on small cardamom (*Elettaria cardamomum* Maton). **Insect Environment**, n.4 p.139-140, 1999.

TSUMELE, J., MLAMBO, D. & SEBATA, A. Responses of three Acacia species to simulated herbivory in a semi-arid southern African savanna. **African Journal of Ecology**, v.45 n.3 p.324-326, 2007.

VAZ BISNETA, M.; DUARTE, J.; MELLO FILHO, O. L.; ZITO, R.; RODRIGUES, J.; CARVALHO JUNIOR, E. M.; ALVARENGA, W. Correlação entre componentes de produção em soja como função de tipo de crescimento e densidade de plantas. In **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

VIANA, P; A. V. **Manejo de elasm na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

VILANOVA, C.; JÚNIOR, S. A Teoria da Trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica, 2009.

VISANUVIMOL, L.; BERTRAM, S. M. How dietary phosphorus availability during development influences condition and life history traits of the cricket, *Acheta domesticus*. **Journal of Insect Science**, v.11 n.1. 2011.

YAMADA, T. RESISTÊNCIA DE PLANTAS às PRAGAS E DOENÇAS: pode ser afetada pelo manejo da cultura?. **Piracicaba: Informações Agronômicas Potafós**, v.1.n.108 p.1-7, 2004.