

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

LEONARDO MARDGAN

**IMPACTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA INFESTAÇÃO DE
PRAGAS E NA PRODUÇÃO DO MILHO**

ALEGRE

2019

LEONARDO MARDGAN

**IMPACTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA INFESTAÇÃO DE
PRAGAS E NA PRODUÇÃO DO MILHO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na área de concentração em Fitossanidade, linha de pesquisa em Entomologia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo J. Gonçalves dos Santos Jr
Coorientadores: Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi
Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago

ALEGRE

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

M298i Mardgan, Leonardo, 1978-
Impacto da adubação nitrogenada na infestação de pragas e na produção do milho / Leonardo Mardgan. - 2019.
35 f. : il.

Orientador: Hugo José Gonçalves dos Santos Junior.
Coorientadores: Leandro Pin Dalvi, Hugo Bolsoni Zago.
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Nutrição mineral. 2. Fertilidade do solo. 3. Manejo Integrado de Pragas. I. dos Santos Junior, Hugo José Gonçalves. II. Dalvi, Leandro Pin. III. Zago, Hugo Bolsoni. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 63

IMPACTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA INFESTAÇÃO DE PRAGAS E NA PRODUÇÃO DO MILHO

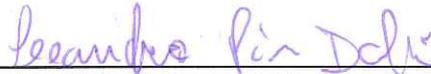
Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração em Fitossanidade, linha de pesquisa em Entomologia.

Aprovada em 19 de julho de 2019

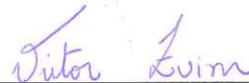
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Hugo J. Gonçalves dos Santos Jr – UFES
(Orientador)



Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi – UFES
(Coorientador)



Prof. Dr. Vitor Zuim – UFES
(Membro externo)

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo amor, carinho e dedicação. Vocês sempre estiveram dispostos a me apoiar durante todos os momentos da minha vida!

Ao meu orientador Prof. Dr. Hugo J. Gonçalves dos Santos Jr pelos conselhos, paciência e confiança para a execução do presente trabalho;

Aos meus coorientadores Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi e Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago por aceitarem a me auxiliar nesta pesquisa e pela presença sempre que possível nas atividades de campo;

Ao Prof. Dr. Vitor Zuim por ter aceitado, de prontidão, compor a banca de defesa;

Ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGPV - UFES) pela disponibilização de vaga, o que me possibilitou fazer o curso de mestrado;

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo auxílio financeiro necessário para a execução deste trabalho;

Aos professores do PPGPV - UFES por contribuírem com seus conhecimentos na minha formação profissional;

Aos meus amigos que contribuíram nas atividades de campo: Vinícius, Tiago Tamanhoni, José, Lorena, Lucélia, PC, Priscila, Julielson, José Raimundo, João Vitor, Emily, Laura, Felipe, Celso, Alice, Magno, Professor Dirceu Pratissoli, Roberta, Rafael, Isac, professor Hugo Zago, professor Hugo Bains, Leandro Pim, Fernando Madalon, Juliana, Karol, Flávio Neves, Gabriel, professor Samuel, Biatriz, Maria Eduarda, Francieli, Andressa, Natália, Carlos e Carlos Magno;

Aos meus amigos Adam e Daniel pelo apoio durante a disciplina de estatística;

Às minhas amigas Luiza e Mariana pelo apoio incondicional sempre que solicitadas;

Ao meu amigo Hugo pai pelos conselhos e incentivos que tanto me ajudaram e continuam importantes para toda a vida;

Aos meus amigos José Romário e Luis pelas análises e interpretação estatística do presente trabalho;

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização desta conquista.

RESUMO

O milho, *Zea mays* (Linnaeus, 1753) (Poaceae), tem sido um dos cereais mais produzidos no mundo. Contudo, dentre os aspectos fisiológicos e nutricionais, o nitrogênio (N) é um dos elementos que limita a produtividade de grãos. Todavia, o excesso deste nutriente pode acarretar na redução da produção, bem como favorecer a incidência de pragas. Com isto, neste trabalho objetivou-se avaliar o desenvolvimento, a produção e a incidência de pragas nas plantas de milho em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio. Os tratamentos consistiram em uma testemunha (sem adubação nitrogenada) e na aplicação de adubação nitrogenada em quatro níveis de ureia (10; 20; 30 e 40g/cova). As variáveis observadas foram: Teor de Clorofila A, Teor de Clorofila B, Teor de Clorofila Total, Diâmetro do Colmo, Altura da Folha Bandeira, Altura da Espiga, Massa da planta; Massa da Espiga com Palha; Número de Espigas e ocorrência de pragas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 5 blocos. A tendência de crescimento linear foi verificada apenas nas variáveis Teor de Clorofila B ($F_{4, 20} = 3,9446$; $p = 0,0205$), Teor de Clorofila Total ($F_{4, 20} = 3,6995$; $p = 0,02570$), Massa da Planta ($F_{4, 20} = 3,0936$; $p = 0,045884$), Ocorrência de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) ($F_{4, 20} = 14,08$; $p = 0,0013$) e *Helicoverpa* sp. (Lepidoptera: Noctuidae) ($F_{4, 20} = 3,71$; $p = 0,0254$). Os valores da Massa da Espiga com Palha apresentaram-se como uma parábola ($F_{4, 20} = 3,7975$; $p = 0,023480$), com valor máximo estimado na dose 2,63 n. As doses crescentes de N não afetaram as demais variáveis. Portanto, o N afeta a produção de milho e colabora na infestação de pragas na área de cultivo.

Palavras-chave: Nutrição mineral. Fertilidade do solo. MIP. Noctuidae.

ABSTRACT

The corn, *Zea mays* (Linnaeus, 1753) (Poaceae), has been one of the most produced cereals in the world. However, among the physiological and nutritional aspects, the nitrogen (N) is one of the elements that most often limits grain yield. However, the excess of this nutrient can cause the reduction of the production, as well as to favor the incidence of pests. Thus, the objective of this work was to evaluate the development, production and incidence of pests in corn plants as a function of the application of increasing doses of nitrogen. The treatments consisted of one control (without nitrogen fertilization) and the application of nitrogen fertilization in four levels of urea (10; 20; 30 and 40g/pit). The observed variables were: Chlorophyll A content, Chlorophyll B content, Total Chlorophyll content, Diameter of Colmo, Height of Flag Leaf, Spike Height, Plant Weight; Weight of Spike With Straw; Number of Spikes and occurrence of pests. The experimental design was in randomized blocks, with 5 blocks. The trend of linear growth was verified only in the variables Chlorophyll B ($F_{4, 20} = 3.9446$; $p = 0.0205$), Total Chlorophyll content ($F_{4, 20} = 3.6995$; $p = 0.02570$), Plant Weight ($F_{4, 20} = 3.0936$; $p = 0.045884$), Occurrence of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) ($F_{4, 20} = 14.08$; $p = 0.0013$) and *Helicoverpa* sp. (Lepidoptera: Noctuidae) ($F_{4, 20} = 3.71$; $p = 0.0254$). The values of Weight of Spike With Straw were a parable ($F_{4, 20} = 3.7975$; $p = 0.023480$), with an estimated maximum dose at the dose of 2.63 n. The increasing doses of N did not affect the other variables. Therefore, the N affects the maize production and contributes to pest infestation in the growing area.

Keywords: Mineral nutrition. Soil fertility. MIP. Noctuidae.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	10
2.1	GERAL.....	10
2.2	ESPECÍFICOS.....	10
3	REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1	MILHO.....	11
3.2	ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	12
3.3	NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO CONTROLE DE PRAGAS.....	13
3.3.1	Insetos-pragas do milho	13
3.3.2	Suscetibilidade da planta às pragas	15
3.3.2.1	Funcionalidades dos Aminoácidos (Conceitos gerais).....	15
3.3.2.2	Desequilíbrio nutricional.....	15
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
5	RESULTADOS	20
6	DISCUSSÃO	24
7	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O milho, *Zea mays* (Linnaeus, 1753) (Poaceae), tem sido o cereal mais cultivado no mundo, com produção superior a 840 milhões de toneladas e produtividade média de 5.194 kg ha⁻¹ (FAO, 2018). A produtividade do Brasil tem sido de 5.164 kg ha⁻¹, o que tem permitido uma produção de, aproximadamente, 80 milhões de toneladas, atrás apenas dos EUA e China, com produção de 360 milhões e 215 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2018).

Entre os fatores responsáveis pela alta produtividade da cultura do milho, está o aumento expressivo do uso dos fertilizantes nitrogenados (ARAÚJO; FERREIRA; CRUZ, 2004). O nitrogênio determina o desenvolvimento das plantas de milho, com aumento significativo na área foliar e na produção de massa de matéria seca, resultando em maior produtividade de grãos (BORTOLINI et al., 2001). Dessa forma, o nitrogênio (N) é o elemento exigido em maior quantidade pelo milho, sendo considerado um dos principais limitadores à produtividade de grãos (LEMAIRE; GASTAL, 1997).

Além dos efeitos diretos no desenvolvimento da planta, a adubação também pode influenciar na fitossanidade, por meio das mudanças na composição de nutrientes das plantas hospedeiras e, conseqüentemente auxiliar na defesa contra as pragas, seja por torná-las mais resistentes ou mais tolerantes às interações prejudiciais com esses organismos. Entre os fatores nutricionais que influenciam os níveis de danos de artrópodes em uma cultura, o nitrogênio total tem sido considerado crítico para ambos, plantas e herbívoros (VILANOVA; SILVA JUNIOR, 2009).

Por sua vez, a teoria da trofobiose, conhecida desde o ano de 1960, afirma que a fertilidade do solo possui influência direta sobre o desenvolvimento de plantas e relação estreita com a densidade populacional de insetos fitófagos (CHABOUSSOU, 1999). Baseando-se nessa teoria, um vegetal bem alimentado e manejado, considerando todas as suas necessidades e equilíbrios, dificilmente será atacado por pragas. Com isto, torna-se mais coerente trabalhar-se na obtenção de um solo equilibrado.

Deste modo, estudos envolvendo relações entre os índices de adubação das plantas e a incidências de insetos podem indicar a quantidade em que um nutriente poderá

favorecer ou não a ocorrência desses insetos-pragas nas culturas. Assim, o status nutricional das plantas pode afetar o estabelecimento dos insetos fitófagos através da produção diferencial de metabólitos secundários de defesa ou apenas conduzir a alterações na adequação nutricional de tecidos da planta, desfavorecendo, respectivamente o desenvolvimento das pragas (TINGEY; SINGH, 1980). Entretanto, cabe ressaltar a existência de evidências que o excesso de nitrogênio provoca por um aumento na suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas e doenças (VENTURA; CARVALHO; PEREIRA, 2008; PANNUTI et al., 2015).

O nitrogênio N pode afetar atributos como pH, acidez total titulável, concentração de sólidos solúveis, coloração e peso fresco que, conjuntamente, determinam a qualidade dos frutos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Neste sentido, o fornecimento deste nutriente em quantidade necessária às plantas, age diretamente sobre o potencial biótico dos organismos vivos que alimentam-se ou se desenvolvem nos vegetais, aumentando conseqüentemente a resistência da planta a herbívoros e microrganismos pragas. No entanto, para sobrevivência dos insetos fitófagos (aumento da suscetibilidade) há necessidade que a planta forneça, ao menos em quantidades mínimas, nutrientes para o seu desenvolvimento (PASSOS et al., 2012). Desta forma, sabe-se que o fornecimento de nutrientes possui influência sobre a resistência ou suscetibilidade da planta a agressores.

Portanto, o investimento na nutrição das plantas pode apresentar potencial em proporcionar mais resultados positivos do que a preocupação antecipada com agrotóxicos. Assim, o presente estudo sugeriu que a preocupação inicial deva ser direcionada para os recursos, em especial a adubação nitrogenada, que o produtor possa vir a dispor para nutrir, de maneira mais saudável e eficaz, as plantas de milho.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o desenvolvimento de plantas de milho e a incidência de pragas com a aplicação de doses crescentes de adubação nitrogenada.

2.2 ESPECÍFICOS

Com a aplicação de doses crescentes de adubação nitrogenada nas plantas de milho objetivou-se avaliar alguns atributos fisiológicos, de desenvolvimento e produtivos, bem como índices de infestação de pragas, a saber:

- a) Fisiológicos: Teor de Clorofila A; Clorofila B e Clorofila Total;
- b) Desenvolvimento: Diâmetro do Colmo; Altura da Folha Bandeira e Altura da Espiga;
- c) Produtivos: Massa da planta; Massa da Espiga com Palha e Número de Espigas;
- d) Índices de infestação: Ocorrência de insetos-pragas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MILHO

O milho, *Zea mays* Linnaeus, 1753 (Poaceae), é cultivado há pelo menos cinco mil anos e, provavelmente, o seu centro de origem seja o México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos (JAKOBSEN, 2016). Atualmente, além das linhagens criolas, também é utilizada uma grande diversidade de híbridos de milho disponíveis no mercado, que difere quanto a finalidade de uso e condições de cultivo (CRUZ et al., 2017; KLEIN et al., 2018).

O desenvolvimento da planta é dividido em vegetativo (V) e reprodutivo (R) (Figura 1). Os estádios vegetativos são identificados como V1, V2, V3 até Vn; em que (n) representa a última folha emitida antes do pendoamento. Os primeiro e o último estádios são representados, respectivamente, por VE (emergência) e VT (pendoamento). A definição de cada estádio é de acordo com a formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo. Logo, a primeira folha visualizada de cima para baixo é considerada completamente desenvolvida quando o colar é notório (MAGALHÃES et al., 2002).

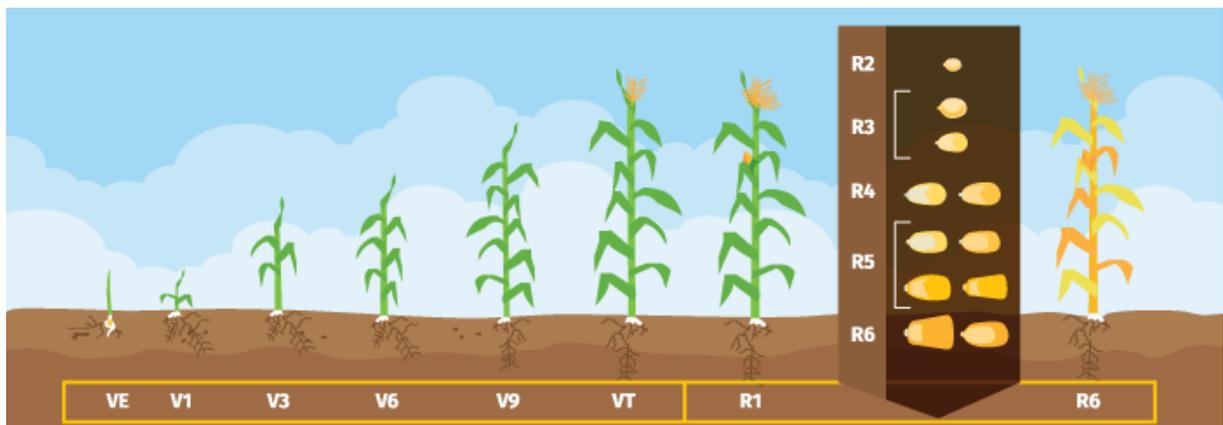


Figura 1: Desenvolvimento da planta de milho.

Fonte: <http://www.pioneersementes.com.br/silagem/desenvolvimento>.

Os estádios reprodutivos da planta são identificados como R1, R2, R3 até R6. O R1 é o primeiro estádio reprodutivo da planta e inicia quando os estilo-estigmas ficam visíveis, fora da folha da espiga. O R2 ocorre, aproximadamente, de 10 a 14 dias após a emissão do estilo-estigma e os grãos são brancos com aspecto de bolha. No R3, os grãos tornam-se amarelados e um fluido semelhante ao leite pode ser extraído quando

este é esmagado com os dedos. No R4, o grão apresenta consistência pastosa (aproximadamente 26 a 30 dias após R1) pelo acúmulo de amido. No R5, a maior parte dos grãos está dentada, a umidade do grão cai para 55% (38 a 42 dias após R1) e o conteúdo de amido aumenta. O R6 é o último estágio, quando a camada preta se forma na base do grão, bloqueando o movimento de matéria seca e nutrientes da planta para os grãos (50 a 60 dias após R1). O grão atinge a maior massa seca (30 a 35% de umidade) e estão maduros fisiologicamente (CIAMPITT; ELMORE; LAUER, 2016).

O milho é uma das *commodities* de maior interesse. A principal finalidade é na produção de rações para alimentação animal (ARTUZO et al., 2019). Além disso, a cultura também tem sido considerada estratégica para estabelecimentos agrícolas de baixa renda *per capita* na subsistência da família, onde o consumo é realizado de forma direta e serve como fonte de energia diária (SCHMITZ; SCHMITZ; MOSS, 2005; ARTUZO et al., 2019).

O incremento na produtividade do milho pode ser obtido mediante o aumento do uso de tecnologias mais avançadas e aprimoradas à cultura. Assim, têm sido observados resultados positivos na implementação de determinadas questões técnicas, como o plantio direto, a biotecnologia, o aumento dos investimentos em processos relacionados ao controle de pragas e doenças, a otimização de insumos agrícolas e tecnologias de precisão (KANEKO et al., 2012; ÁVILA; GRIEBELER; BRUM, 2015; ARTUZO; FOGUESATTO; SILVA, 2017). Assim, com relação aos países com os maiores índices de produtividade (kg ha^{-1}), destacam-se os Estados Unidos ($10.960 \text{ kg ha}^{-1}$), Argentina (7.442 kg ha^{-1}), China (5.947 kg ha^{-1}) e Brasil (5.164 kg ha^{-1}) (FAO, 2018).

3.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA

A adubação nitrogenada é uma etapa importante no sistema de produção do milho, sobretudo quanto a definição da dose e do momento a ser aplicada. Além disso, é uma das culturas que mais utiliza adubação nitrogenada na forma mineral, sendo considerado o elemento mais exigido quantitativamente, determinando o desenvolvimento das plantas pelo aumento significativo na área foliar e produção de massa (COELHO, 2008; FARINELLI; LEMOS, 2010; PIZOLATO NETO et al., 2016).

Os benefícios à produtividade do milho com a realização da adubação nitrogenada de cobertura têm sido comprovados (MORTATE et al., 2018). Corroborando a esse fato, Máximo et al. (2019), constataram que a adubação de cobertura com ureia e sulfato de amônio em duas cultivares de milho híbrido (AG 1051 e FTH 960) não influenciou sobre alguns parâmetros de crescimento, dentre os quais a altura, o comprimento e o diâmetro da espiga, mas elevou a produtividade de massa verde para as duas cultivares (MÁXIMO et al., 2019).

O nitrogênio também é o elemento que mais frequentemente limita a produtividade de grão (BORTOLINI et al., 2001). A formação de grãos na cultura do milho está fortemente relacionada com a translocação de açúcares e de N das folhas aos grãos (CRAWFORD; RENDIG; BROAD-BENT, 1982; KARLEN; FLANNERY; SADLER, 1988). Desta forma, o rendimento de grãos está diretamente relacionado com a área foliar fotossinteticamente ativa da planta. Folhas bem nutridas em N têm maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em maior acúmulo de matéria seca e maior rendimento de grãos (WOLSCHICK et al., 2003).

A demanda nitrogenada do milho tem sido suprida, principalmente por fertilizantes sintéticos, que têm como vantagem a fácil disponibilidade de N para absorção. Porém, o baixo aproveitamento pelas plantas, que varia de 42 a 49% devido às perdas de N para o ambiente é considerado uma desvantagem em relação ao uso desses tipos de fonte nitrogenada (SILVA et al., 2009). O excesso da aplicação de N, na condição de fertilizantes sintéticos, pode reduzir o número de plantas por área. Nesses casos, o elemento pode comportar-se como tóxico para a planta, em virtude do acúmulo de nitrato no solo, devido à demanda da planta ser pequena na fase inicial de desenvolvimento da cultura (CERETTA; BASSO, 2000). Por isto, é importante que uma parte de N seja ofertada na semeadura e outra na cobertura.

3.3 NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO CONTROLE DE PRAGAS

3.3.1 Insetos-pragas do milho

Dentre as espécies de insetos-pragas que infestam a cultura do milho pode-se classificá-las mediante o seu hábito comportamental. Logo, estes insetos podem ser

subterrâneos [*Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Chrysomelidae); larva-arame *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae), *Conoderus* spp. (Coleoptera: Elateridae), *Melanotus* spp. (Coleoptera: Elateridae)]; pragas de superfície [lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Noctuidae)]; e pragas da parte aérea [lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), lagarata-da-espiga *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), Broca-da-cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae), percevejo-barriga-verde *Dichelops* spp. (Hemiptera: Pentatomidae) e percevejo marrom *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae)] (GALVÃO et al., 2014).

Normalmente, as pragas que atacam a parte aérea das plantas são mais fáceis de serem visualizadas. A percepção dos danos daquelas de hábito subterrâneo, muitas vezes, necessita de mais atenção para não serem confundidos com deficiências nutricionais, adversidades climáticas, incidência de doenças ou baixa qualidade das sementes (WORDELL FILHO et al., 2016). As pragas mais evidenciadas em milho convencional, cultivado nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, têm sido a lagarta-da-espiga e a lagarta-do-cartucho (MARTIN et al., 2011; WAQUIL et al., 2013).

Com menor relevância de ataque, tem sido observadas o bicudo *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae), lagarta-rosca *Nomophila* sp. (Lepidoptera: Crambidae), a lagarta-medideira *Pseudoplusia includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) e a broca do milho *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre, 1827) (Lepidoptera: Noctuidae) (MARTIN et al., 2011; WAQUIL et al., 2013). A larva-alfinete (fase larval da “vaquinha” *D. speciosa*) e a cigarrinha-do-milho (vetor de patógenos às plantas), assim como outras pragas secundárias também podem causar danos significativos nas lavouras, muitas vezes exigindo a aplicação de medidas de controle para que não causem dano econômico (VIANA, 2010; OLIVEIRA et al., 2007).

3.3.2 Suscetibilidade da planta às pragas

3.3.2.1 Funcionalidades dos Aminoácidos (Conceitos gerais)

Os aminoácidos são moléculas orgânicas que contêm em sua constituição dois grupos funcionais diferentes: uma carboxila (referente aos ácidos carboxílicos) e um amino (referente à amina). O nitrogênio, carbono, hidrogênio e oxigênio são os elementos que compõem esta molécula (TEIXEIRA, 2017). Na via de assimilação de nitrogênio, o glutamato, glutamina e aspartato são os primeiros aminoácidos formados, dos quais são originados os demais através da atividade de aminotransferases (TEIXEIRA, 2017). Estas moléculas podem desempenhar diferentes funções nas plantas, como agentes redutores de estresse, precursores hormonais e fonte de nitrogênio.

Na proteção de plantas, a produção de glicina e cisteína contribui para o aumento de atividades de enzimas antioxidantes e redução da peroxidação lipídica (HU et al., 2012; AZARAKHSH; ASRAR; MANSOURI, 2015). Estes aminoácidos têm ação direta no metabolismo antioxidante por meio da produção de fitoquelatinas, que auxiliam no controle do excesso de metais em plantas, e também estão envolvidas na produção de glutathionas, moléculas que regulam a produção de radicais livres (HU et al., 2012; AZARAKHSH; ASRAR; MANSOURI, 2015).

O glutamato age, de forma indireta, na redução do estresse da planta, por ser precursor de outros aminoácidos como arginina e prolina, que estão relacionados com a redução da atenuação do estresse oxidativo (GILL; TUTEJA, 2010; REJEB; ABDELLY; SAVOURÉ, 2014). O glutamato também participa na produção de glutathiona, que é um composto responsável pela redução do estresse da planta, devido à ligação a alguns radicais livres, de maneira que estabiliza o efeito negativo sobre as plantas, e que também é usado como substrato de algumas enzimas do metabolismo oxidativo como a glutathiona peroxidase e glutathiona sintetase (GILL; TUTEJA, 2010).

3.3.2.2 Desequilíbrio nutricional

O acúmulo de nutrientes de reservas das plantas ocorre por meio de proteínas (PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005). As proteínas são consideradas substâncias

não assimiláveis pela maioria dos insetos e patógenos (CHABOUSSOU, 1999). O processo de formação de proteínas é a proteossíntese, que consiste na incorporação, em cadeias polipeptídicas, de aminoácidos disponíveis nas plantas (FRANCISCO JUNIOR; FRANCISCO, 2006). Diversos fatores podem afetar a proteossíntese, tais como a espécie, a variedade, o clima (energia solar, temperatura, umidade etc.), o solo (composição química, estrutura e aeração), os tratamentos com agrotóxicos e fertilizantes.

Nos períodos climáticos desfavoráveis ou quando são empregados excessos de agrotóxicos e nutrientes solúveis, os radicais livres (aminoácidos, açúcares etc) são liberados na seiva das plantas, o que permite a ocorrência de alimentos prontamente disponíveis para os insetos nocivos e patógenos (CHABOUSSOU, 1999). Este fenômeno é a proteólise, que consiste na quebra do processo metabólico de formação de proteínas, com liberação de aminoácidos (LIMA et al., 2007). No caso dos adubos solúveis, especialmente os nitrogenados, o ataque dos insetos-pragas é favorecido pelo desequilíbrio nutricional das plantas (BARROS et al., 2007; CRUZ et al., 2014). Assim, além de atuarem como biocidas, pela destruição da vida dos microrganismos no solo, estes adubos enfraquecem os vegetais (aumentando o tamanho e o teor de água). Isto torna as plantas mais atrativas para as pragas.

O tratamento inadequado de uma planta, principalmente, com substâncias de alta solubilidade, conduz a uma elevação excessiva de aminoácidos livres. Isto pode ser inferido pelo aumento de incidência de insetos-pragas sensíveis à presença de aminoácidos livres na planta. A adubação nitrogenada nas cultivares de milho safrinha (BRS 2223, DKB 390 YG, BRS 1010 e DKB 390 YG) não influenciou a ocorrência da lagarta do cartucho, *S. frugiperda*, e do percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), mas atraiu o *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), que apresentou menor incidência nos tratamentos sem a presença de nitrogênio na base e/ou em cobertura (ÁVILA; KURIHARA; SOUZA, 2015). Outros estudos comprovam o aumento da incidência de insetos-pragas em relação ao aumento da adubação nitrogenada, entre esses casos, verifica-se que a utilização excessiva de fertirrigação nitrogenada causou aumento na ocorrência de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar (PANNUTI et al., 2015) e de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em plantas de repolho devido à aplicação de doses

crecentes de N, o que evidencia a necessidade de cautela no uso desse nutriente (FREITAS, 2014).

Logo, baseando-se na teoria da trofobiose, a suscetibilidade da planta a pragas também é uma questão de nutrição ou de intoxicação. A planta equilibrada em crescimento vigoroso ou em descanso não é nutritiva para as pragas, que não têm capacidade de fazer proteólise, por não ter condições de decompor proteínas estranhas, mas apenas de realizar proteossíntese. Portanto, acredita-se que o desenvolvimento em condições nutricionais ótimas permite que as plantas tenham uma imunidade adquirida aos insetos nocivos, o que motivou a elaboração e a condução do presente trabalho em milho.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal do Espírito Santo, nas coordenadas 20°44'55.11"S e 41°29'28.15"O. O solo foi adubado antes do plantio de milho com aplicação de fósforo (20 g/cova) e potássio (7,5 g/cova), conforme o Manual de Adubação do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007).

O plantio foi realizado dia 14 de junho de 2018 em uma área total de 900 m² (30 x 30 m) (Figura 2). Utilizou-se o espaçamento entre linhas de 1 m e entre plantas de 0,33 m. Os tratamentos consistiram na aplicação de ureia, em quatro níveis de adubação nitrogenada em dois estágios da planta (V3 e V6). O níveis foram: 0 - Testemunha (sem aplicação); 1 - Dose recomendada (10 g/cova); 2 - Dobro (20 g/cova); 3 - Triplo (30 g/cova) e 4 - quádruplo (40 g/cova).



Figura 2: Tratos culturais da área cultivada, dentre os quais preparo do solo, adubação, irrigação e coleta de dados.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 5 blocos. Cada bloco foi constituído por 4 linhas com 5 metros cada linha, sendo em média 6 plantas por metro linear. Quatro inspeções foram realizadas. A primeira ocorreu no sétimo dia após a emergência; a segunda no estágio V3; a terceira no estágio V6 e a quarta no embonecamento, sempre nas duas linhas centrais e na parte da manhã, no intervalo entre às 9 e 12 horas. As variáveis estudadas foram: teores de clorofila A e B; clorofila total; diâmetro do colmo; altura da folha bandeira; altura da espiga; massa da planta; massa da espiga com palha; número de espigas e infestação de espécies de insetos-pragas do milho na área experimental.

No estágio V3, V6 e embonecamento e ponto de silagem da planta, foram selecionadas seis plantas por tratamento nas quais foi medido o índice de clorofila A e B com o aparelho Clorofilog (Falker Automação Agrícola Ltda., Brasil), que funciona medindo a transmissão luminosa a 635 e 660 nm, além de uma medida a 880 nm para a compensação da espessura da folha. O diâmetro do colmo foi determinado no embonecamento da planta pela medição, com um paquímetro, do primeiro entrenó acima do colo da planta. A altura da folha bandeira que expressa o comprimento dos entrenós, exceto o último, foi medida com uma trena no embonecamento da planta. A altura de inserção da 1ª espiga, que corresponde à distância do nível do solo até a inserção da espiga superior também foi medida com uma trena no embonecamento da planta. No ponto de silagem, a massa da planta e massa da espiga com palhas foram pesadas no laboratório em uma balança de precisão digital. O número de espigas (avaliado no ponto de silagem) e número das principais espécies de insetos-pragas (avaliado em todos os estádios) do milho foram obtidos por meio de contagens. Os dados foram submetidos à análise de regressão, por intermédio da linguagem R Development Core Team (2019), sem sofrer transformações.

5 RESULTADOS

Nos atributos fisiológicos, verificou-se que não houve alteração significativa apenas na variável Teor de Clorofila A ($F_{4,20} = 2,063$; $p = 0,13358$) (Figura 3 A). No entanto, verificou-se tendência de crescimento linear nas variáveis Teor de Clorofila B ($F_{4,20} = 3,9446$; $p = 0,0205$) (Figura 3 B) e Teor de Clorofila Total ($F_{4,20} = 3,6995$; $p = 0,02570$) (Figura 3 C).

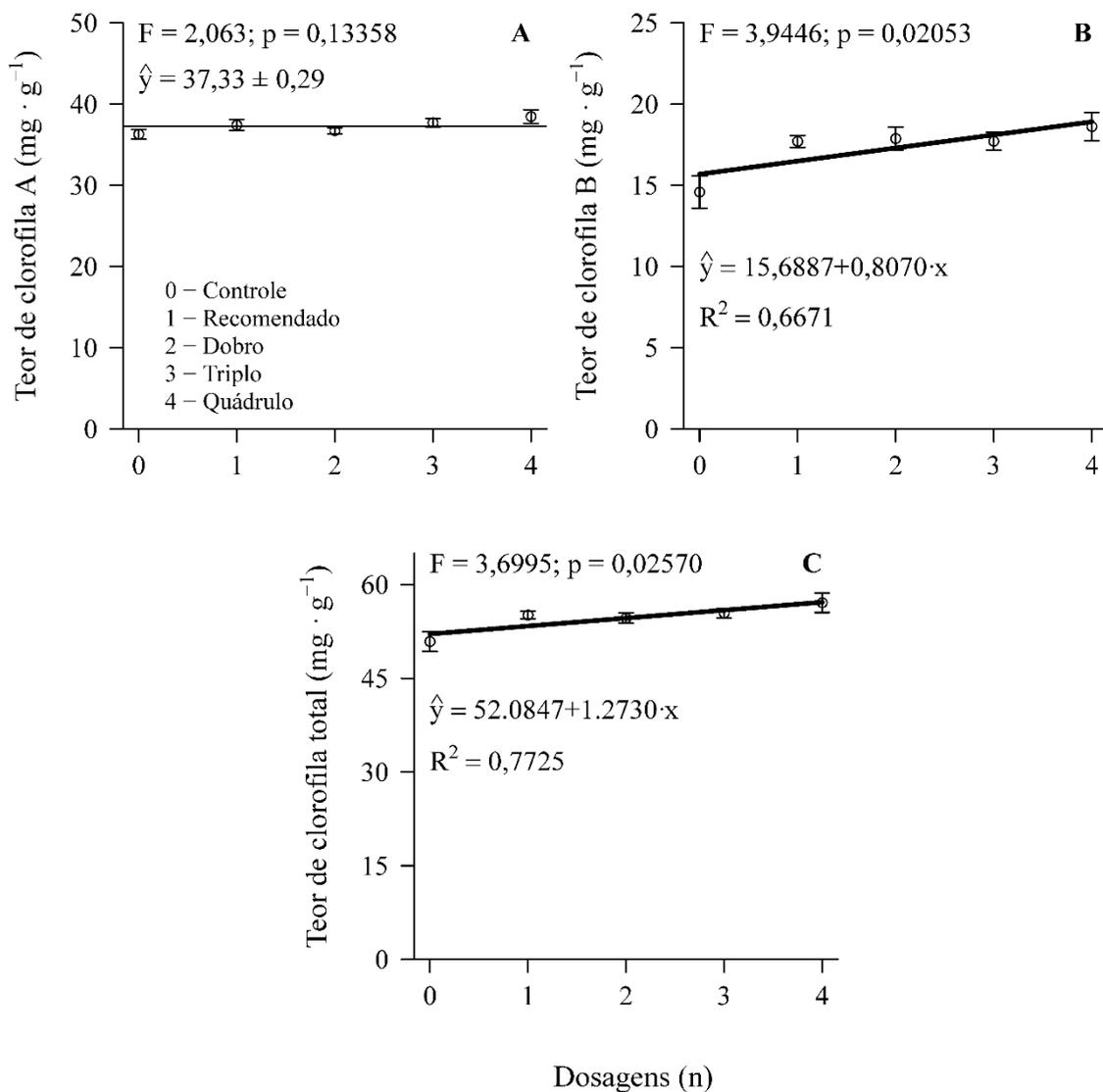


Figura 3: Atributos fisiológicos em função das doses de nitrogênio. (A) Teor de clorofila A, (B) Teor de clorofila B, (C) Teor de clorofila total.

O Teor de Clorofila B apresentou um aumento de $14,59 \pm 2,77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ no controle a $18,62 \pm 2,53 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ na dose 4 (quádruplo do recomendado) (Figura 3 B). O Teor de

Clorofila Total aumentou de $50,89 \pm 4,67 \text{ mg.g}^{-1}$ no controle a $57,10 \pm 4,86 \text{ mg.g}^{-1}$ na dose 4 (quádruplo do recomendado).

Nos atributos de desenvolvimento, verificou-se que não houve alteração significativa nas variáveis Diâmetro do Colmo ($F_{4, 20} = 0,21856$; $p = 0,92419$) (Figura 4 A), Altura da Folha Bandeira ($F_{4, 20} = 0,65616$; $p = 0,63111$) (Figura 4 B) e Altura da Espiga ($F_{4, 20} = 0,26030$; $p = 0,089907$) (Figura 4 C).

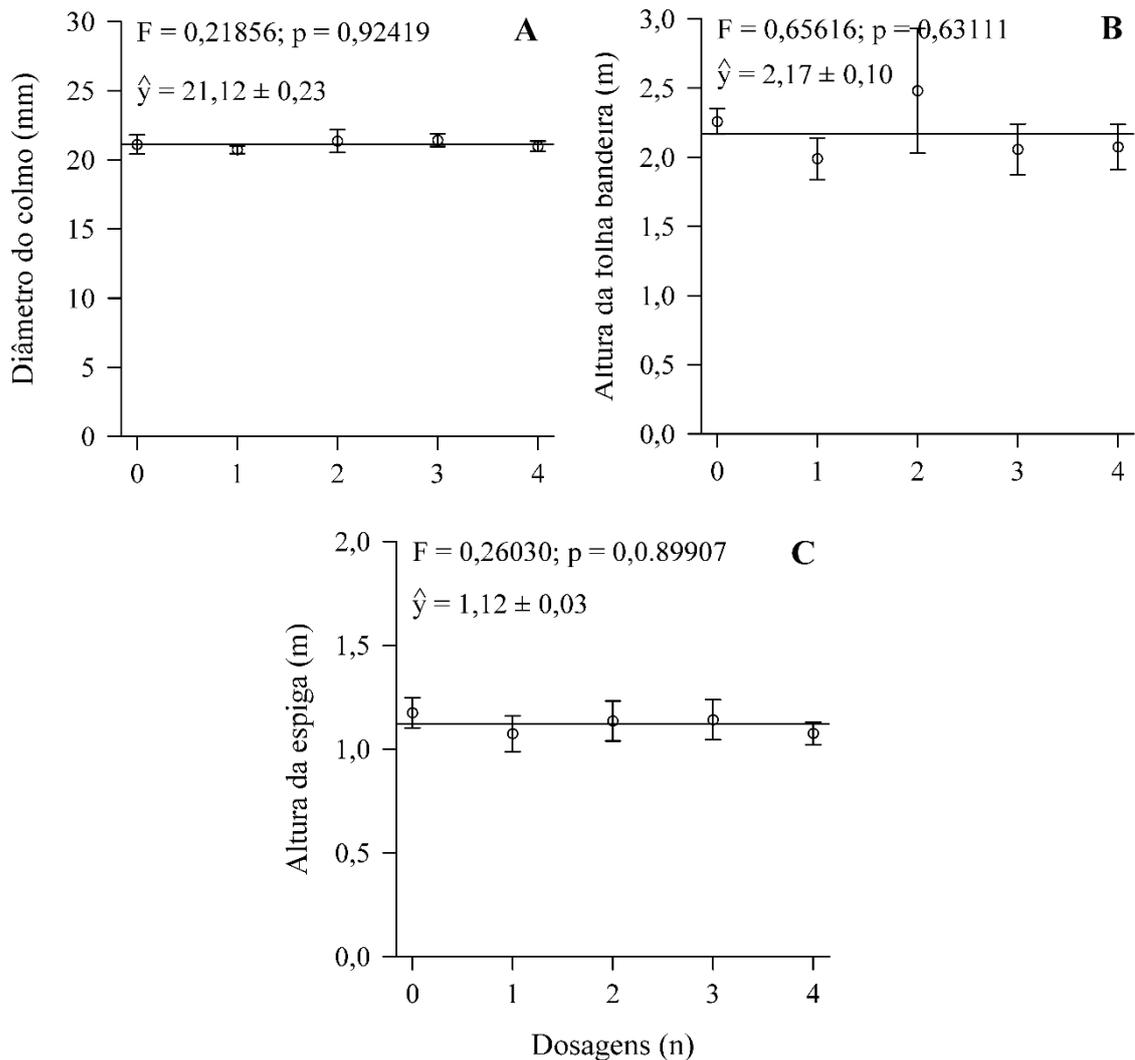


Figura 4: Atributos de desenvolvimento em função das doses de nitrogênio. (A) Diâmetro do colmo, (B) Altura da folha bandeira e (C) Altura da espiga.

Nos atributos produtivos, a Massa da Planta apresentou um crescimento linear ($F_{4, 20} = 3,0936$; $p = 0,045884$) (Figura 5 A). A tendência dos valores Massa da Espiga com Palha foi de uma parábola ($F_{4, 20} = 3,7975$; $p = 0,023480$) (Figura 5 B). O N não influenciou o Número de Espigas ($F_{4, 20} = 0,16178$; $p = 0,95465$) (Figura 5 D) nas doses testadas.

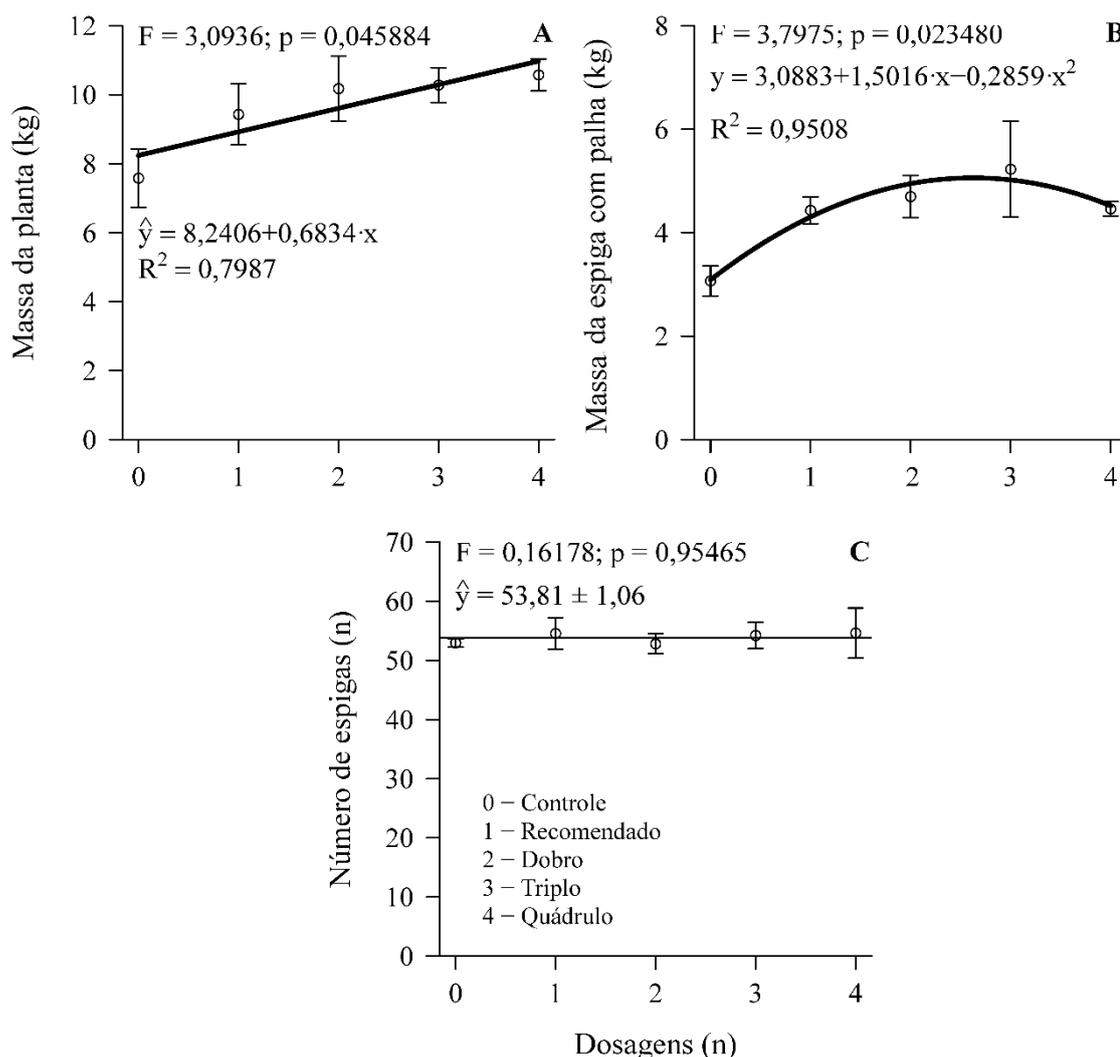


Figura 5: Atributos produtivos em função das doses de nitrogênio. (A) Massa da planta inteira, (B) Massa da espiga com palha e (C) Número de espigas.

A Massa da Planta variou de $7,58 \pm 1,89$ kg no controle a $10,57 \pm 1,04$ kg na dose 4 n (Quádruplo do recomendado). O maior valor da Massa da Espiga com Palha foi $5,23 \pm 2,07$ na dose 3 n (Triplo do recomendado). O ponto máximo estimado da Massa da Espiga com Palha foi de 5,06 kg na dose 2,63 n.

Na avaliação da incidência de insetos-pragas, verificou-se a ocorrência de cigarrinhas, pulgões, *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp. na área experimental. Os Números de Cigarrinhas ($F_{4, 20} = 2,77; p = 0,06307$) (Figura 6 A) e Pulgões ($t_{4, 20} = 5,0; p = 0,1257$) (Figura 6 B) não variaram com a aplicação de doses crescentes de N. Porém, a tendência de crescimento linear foi verificada no Número de *S. frugiperda* ($F_{4, 20} = 14,08; p = 0,0013$) (Figura 6 C) e *Helicoverpa* sp. ($F_{4, 20} = 3,71; p = 0,0254$) (Figura 5 D).

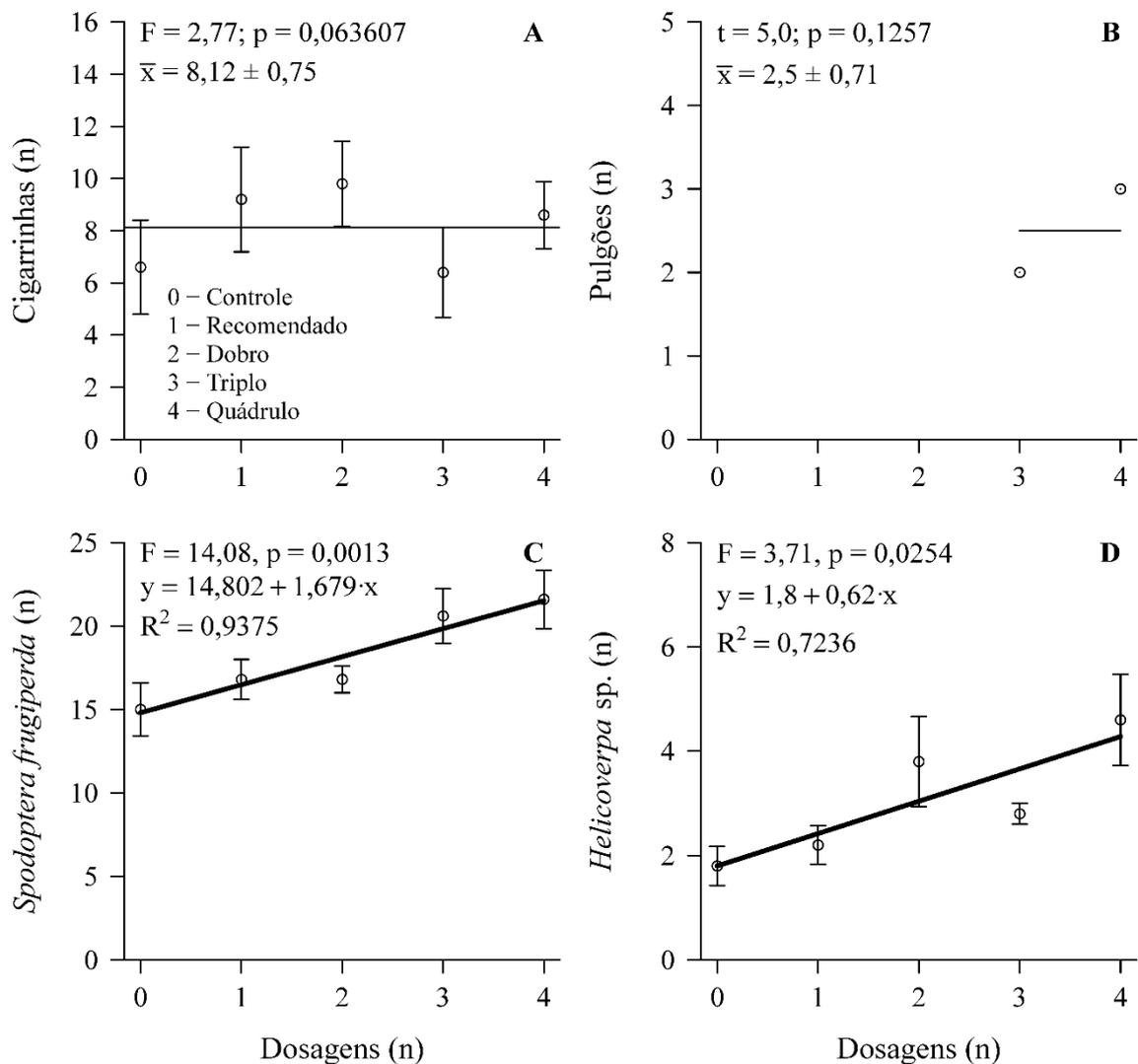


Figura 6: Incidência de pragas. (A) Cigarrinhas, (B) Pulgões, (C) *Spodoptera frugiperda* e (D) *Helicoverpa* sp. em função das doses de nitrogênio.

O Número de *S. frugiperda* aumentou de $15,24 \pm 2,51$ no controle a $22,20 \pm 8,32$ na dose 4 (quádruplo do recomendado). O Número de *Helicoverpa* sp. aumentou de $2,20 \pm 1,30$ no controle a $4,00 \pm 2,55$ na dose 4 n (quádruplo do recomendado).

6 DISCUSSÃO

Na análise dos teores de clorofila, verificou-se que a contribuição para o aumento do teor de clorofila total ocorreu apenas pelo aumento do teor de clorofila B, pois não houve alteração do teor de clorofila A com a aplicação das doses de nitrogênio. No campo, a luminosidade não foi o fator limitante para implantação do presente trabalho com o milho, assim a abundância de luz e o aumento do N podem ter acarretado no aumento do teor de clorofila B, cuja função consiste na absorção de luz e na transferência de energia radiante para os centros de reação localizados na clorofila A (TAIZ; ZEIGER, 2013). Porém, a quantidade de energia transferida pode não ter sido o bastante para exceder a capacidade de realização da fotoquímica pela clorofila A e assim não ter resultado no aumento do teor deste pigmento na planta, mesmo com a aplicação de doses crescentes de N.

A proporção das clorofilas A e B no presente trabalho variou de $(2,57 \pm 0,45):1$, na dose controle, para $(2,10 \pm 0,27):1$ na dose 4 n (quádruplo do recomendado). Logo, apesar da constância dos teores de clorofila A e aumento da clorofila B na plantas de milho com as doses crescentes de N, observou-se que a proporção destes pigmentos continuou próxima aos valores encontrados na natureza que é 3:1 (STREIT et al., 2005). A clorofila B é sintetizada através da oxidação do grupo metil da clorofila A para um grupo aldeído (TANAKA et al., 1998). A conversão da clorofila B para clorofila A ocorre pela enzima clorofila A oxigenase, que catalisa a conversão do grupo metil ao grupo aldeído (XU et al., 2001). Além de N, as clorofilas são compostas de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e magnésio (Mg) (STREIT et al., 2005). Destes, somente o nitrogênio e o magnésio são oriundos do solo, sendo este último o átomo central da molécula (VON ELBE, 2000). Assim, a aplicação de doses crescente apenas de N pode até ter sido o suficiente para o aumento do teor de clorofila B, porém limitou a produção de clorofila A.

Os valores das características do milho Diâmetro do Colmo, Altura da Folha Bandeira, Altura da Espiga e o Número de Espigas mantiveram-se constantes com a aplicação de doses crescentes de N. Este é o nutriente responsável para o crescimento das plantas, para a produção de novas células e tecidos (FERNANDES, 2006). Todavia, observou-se que no presente trabalho, a aplicação de doses crescentes somente de N não foi o suficiente para alterar os valores das referidas características do milho. As

doses de adubação nitrogenada em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) em sistema de manejo de solo de preparo convencional e plantio direto não influenciaram significativamente as características morfológicas da planta de milho (FARINELLI; LEMOS, 2010). A aplicação de nitrogênio, nas doses de 0 e 100 kg ha⁻¹ na forma de ureia, não interferiu em nenhum dos parâmetros de crescimento da cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* (Linnaeus, 1753) (Poaceae) analisado por Silva et al. (2014). Porém, Bastos et al. (2017) verificaram que o uso do nitrogênio influenciou o comprimento médio dos colmos e altura de plantas de cana-de-açúcar somente quando não houve a adubação potássica. Na cultura do trigo *Triticum* spp. (Poaceae), a adubação nitrogenada influenciou o desenvolvimento das plantas em todos os períodos avaliados, em Latossolo Vermelho de Cerrado, por Pietro-Souza et al. (2013), sendo que as melhores respostas do trigo à adubação nitrogenada ocorreram nas doses entre 80 a 195,6 mg dm⁻³. Com isto, a interferência da adubação nitrogenada nos parâmetros de desenvolvimento da planta, pode variar em função da espécie e manejo da cultura.

A Massa da Planta aumentou com a aplicação de doses crescentes de N. Resultado semelhante ocorreu na aplicação de adubação nitrogenada em cobertura em duas cultivares de milho híbrido (AG 1051 e FTH 960), em que não houve influência sobre a altura da espiga e da planta, o comprimento e o diâmetro da espiga com palha, mas elevou a produtividade de massa verde para as duas cultivares (MÁXIMO et al., 2019). Na cultura da cana-de-açúcar, Uribe et al. (2013) observaram aumento da produtividade de colmos e de açúcar com a aplicação de doses crescentes de N. Com isto, notou-se que embora em certas ocasiões, o uso de N não influencie os parâmetros de desenvolvimento da planta, o mesmo tem proporcionado o aumento da produção de massa. Possivelmente, no presente trabalho, isto tenha ocorrido devido ao aumento do teor de clorofila B, pois a energia transferida para os centros de reação localizados na clorofila A pode ter sido direcionada para a produção de palhada.

A Massa da Espiga com Palha cresceu até a dose estimada de 2,63 n. A aplicação de altas quantidades de N está sujeita a maiores perdas na produção de grãos, uma vez que a planta tem capacidade de assimilá-lo até certa quantidade. O excesso do nutriente pode ser perdido por meio de processos que ocorrem no ambiente e/ou se

tornar tóxico para planta, em virtude do acúmulo de nitrato no solo (BASSO; CERETTA, 2000).

As cigarrinhas, pulgões, *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp. foram as pragas que apresentaram ocorrência na cultura do milho implantada na área experimental. As cigarrinhas e os pulgões têm sido considerados pragas secundárias, mas que podem causar danos significativos nas lavouras e com isto, necessitar de aplicação de medidas de controle (OLIVEIRA et al., 2007; MAIA et al., 2004). Por outro lado, insetos *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp. têm sido as pragas mais evidenciadas na cultura do milho, dada a severidade do ataque e a distribuição geográfica (MARTIN et al., 2011; WAQUIL et al., 2013).

O Número de Cigarrinhas manteve-se constante; o Número de Pulgões foi contabilizado apenas nas doses tripla e quadrupla de N, enquanto que o Número de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp. aumentou com a aplicação de doses crescentes de N. As cigarrinhas e pulgões são insetos sugadores de seiva inseridos no grupo de pragas que atacam as folhas (WORDELL FILHO et al., 2016). As lagartas de *S. frugiperda* e de *Helicoverpa* sp. além das folhas, também atacam as espigas (WORDELL FILHO et al., 2016). As exigências nutricionais básicas dos insetos, independente do grupo de pragas o qual pertença, consistem no consumo de aminoácidos, vitaminas, sais minerais (nutrientes essenciais), carboidratos, lipídios e esteróis (nutrientes não-essenciais), que devem ser adequadamente balanceados, especialmente na relação proteínas (aminoácidos): carboidratos (PARRA; PANIZZI; HADDAD, 2009).

A constância dos valores das variáveis relacionadas ao teor de clorofila A, medições métricas da planta (diâmetro, altura, largura e comprimento) e contagem (número de espigas); e o aumento somente das variáveis relacionadas aos teores de clorofila (B e total) e massa (da planta e da espiga com palha), na aplicação das doses crescentes de N, podem ter sido atrativos apenas para *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp., dado o aumento populacional destes insetos, enquanto que os números de cigarrinhas e pulgões permaneceram constantes.

De acordo com a teoria da trofobiose, as plantas tratadas com fertilizantes solúveis tendem a apresentar um desequilíbrio que causa o aparecimento de pragas, pois agentes como os insetos, não possuem enzimas suficientes para se alimentarem de substâncias complexas, e por isso precisam de fontes de nutrientes mais simples,

como os aminoácidos livres, açúcares solúveis, entre outras (CHABOUSSOU, 1999). Quando há desdobramento excessivo de proteínas, a planta fica hipersensível ao ataque herbívoro. Enquanto que, quando há proteossíntese dominante, o vegetal se encontra com melhor imunidade. Logo, o excesso de aminoácidos livres e de açúcares solúveis no tecido vegetal, tende a disponibilizar maior quantidade de alimentos para os insetos fitófagos e, portanto, maior ocorrência de pragas nas plantas.

Apesar do aumento da Massa da Espiga com Palha ter ocorrido até a dose estimada de 2,63 n, o aumento do número de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp., não reduziu o rendimento de silagem de milho em função de níveis de adubação nitrogenada, de maneira que a produtividade da Massa da Planta variou de 35.420,56 ± 8.831,78 kg.ha⁻¹ no controle a 49.392,52 ± 4.859,81 kg.ha⁻¹ na dose 4 n (Quádruplo do recomendado). Esta última produtividade foi maior que a encontrada por Neumann et al. (2017), cujo valor foi de 46.361,00 kg.ha⁻¹, no estudo sobre produção de milho para silagem sob níveis crescentes de adubação nitrogenada em cobertura.

7 CONCLUSÃO

Nas variáveis relacionadas às características da planta de milho, as doses crescentes de N não afetaram o Teor de Clorofila A, Diâmetro do Colmo, Altura da Folha Bandeira, Altura da Espiga, Comprimento das Folhas, Largura das Folhas (e o Número de Espigas). Porém, as doses crescentes proporcionaram o aumento linear do Teor de Clorofila B, Teor de Clorofila Total e Massa da Planta. A alteração dos valores Massa da Espiga com Palha foi de uma parábola, com o aumento da produção até a dose estimada de 2,63 n.

No experimento implantado, as pragas presentes foram: cigarrinhas, pulgões, *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp. Destas, a aplicação de doses crescentes de N afetou apenas a infestação de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp, as quais apresentaram crescimento linear. Logo, enquanto a Massa da Planta e o número de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp. continuaram crescendo no intervalo de doses estudado, o aumento de Espiga com Palha limitou-se até determinado ponto.

Portanto, os resultados do presente estudo evidenciaram a necessidade de cautela no uso de N na cultura do milho. No entanto, ressalta-se que estudos sobre o aspecto econômico da relação custo benefício devem ser realizados, para a determinação da dose adequada de N nos cultivos de milho, em condições similares deste experimento, para informar até que ponto o aumento da produção de Espiga com Palha é viável em detrimento ao aumento da densidade populacional de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* sp. na área cultivada.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Luis Alberto Navarro de; FERREIRA, Manuel Evaristo; CRUZ, Mara Cristina Pessoa da. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.771-777. 2004.
- ARTUZO, Felipe Dalzotto et al. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.
- ARTUZO, Felipe Dalzotto; FOGUESATTO, Cristian Rogério; SILVA, Leonardo Xavier da. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 13, n. 29, p. 146-161, 2017.
- ÁVILA, Dione Ferreira de; GRIEBELER, Marcos Paulo Dhein; BRUM, Argemiro Luis Inovação: a Modernização da Agricultura no Planalto Gaúcho (Brasil). **UNOPAR Científica Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 16, n. 2, p. 156-164, 2015.
- ÁVILA, Crébio José; KURIHARA, Carlos Hissão; SOUZA, Eunice Cláudia Schlick. Efeito da adubação nitrogenada em milho safrinha sobre a ocorrência de insetos-pragas. In: SEMINÁRIO NACIONAL, 13., 2015, Maringá. **Anais...** Maringá: ABMS, 2015. p. 28-32.
- AZARAKHSH, M. R.; ASRAR, Z.; MANSOURI, H. Effects of seed and vegetative stage cysteine treatments on oxidative stress response molecules and enzymes in *Ocimum basilicum* L. under cobalt stress. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Weinheim, v.15, n.3, p.651-662, 2015.
- BARROS, Ricardo et al. Efeitos da adubação nitrogenada em algodoeiro sobre a biologia de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 752-758, 2007.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 24, p. 905-915, 2000.

- BASTOS, Alefe et al. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica no crescimento da cultura da cana-de-açúcar segunda soca. **Revista de Ciências Agrárias**, Viçosa, Lisboa, v. 40, n. 3, p. 554-556, 2017.
- BORTOLINI, Clayton Giani et al. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em respostas a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p.1101-1106, 2001.
- CHABOUSSOU, Francis. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. 2. ed. Porto Alegre: L & PM, 1999.
- CIAMPITTI, Ignacio A.; ELMORE, Roger W.; LAUER, Joel. **Fases de Desenvolvimento da Cultura do Milho**. Manhattan: Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. 2016. Disponível em: < [http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/\\$FILE/MF3305BP-CornGrowth-portuguese_FINAL.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/$FILE/MF3305BP-CornGrowth-portuguese_FINAL.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2019.
- COELHO, Antônio Marcos. Adubação e Nutrição do Milho. In: CRUZ, José Carlos et al. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 131-157, 2008.
- CRAWFORD, Thomas W.; RENDIG, Victor V.; BROAD-BENT, Francis E. Sources, fluxes and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology**, v. 70, p. 654-660, 1982.
- CRUZ, Antônio Marcos Rabelo da et al. Produtividade do milho híbrido SHS 5050 em diferentes localidades. **Revista Saberes UniAGES**, Paripiranga, v. 1, n. 5, p. 30-35, 2017.
- CRUZ, Samara Cristiele Barros da et al. Efeito da adubação nitrogenada e potássica de cobertura sobre a infestação de *Diatraea saccharalis* em sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30., 2014, Salvador. **Anais...** Salvador: ABMS, 2014. p.1-4.
- FAO - FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Crops**. 2018. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> >. Acesso em: 17 jun. 2019.

- FARINELLI Rogério; LEMOS Leandro Borges. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.2, p.135-146, 2010.
- FERNANDES, Manlio Silvestre. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 432 p. 2006.
- FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto; FRANCISCO, Welington. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema pra o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 24, p. 12-16, 2006.
- FREITAS, Luciana Moraes de. Influência da adubação com nitrogênio, potássio e silício no ataque de traça-das-crucíferas e na produção do repolho. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 7, n. 3, p.36 – 43, 2014.
- GALVÃO, João Carlos Cardoso et al. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 819-828, 2014.
- GILL, S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, Dorchester, v.48, p.909-930, 2010.
- HU, Longxing et al. Exogenous Glycine Betaine Ameliorates the Adverse Effect of Salt Stress on Perennial Ryegrass. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.137, p.38-44, 2012.
- JAKOBSEN, Rasmus Kragh. **5,000-year-old cob reveals the origins of corn**. Oslo: sciencenordic. 2016. Disponível em: < <http://sciencenordic.com/5000-year-old-cob-reveals-origins-corn> >. Acesso em: 02 jul. 2019.
- KANEKO, Flávio Hiroshi et al. Estudo de caso-Análise econômica da fertirrigação e adubação tratorizada em pivos centrais considerando a cultura do milho. **Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 16, p. 161-165, 2012.
- KARLEN, D. L.; FLANNERY, R. L.; SADLER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrientes by corn. **Agronomy Journal**, Parsons, v. 80, p. 232-234, 1988.
- KLEIN, John Lenon et al. Desempenho produtivo de híbridos de milho para a produção de silagem da planta inteira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.17, n.1, p. 101-110, 2018.

- LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRES, Gilles (Ed.). **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin: Springer, 1997. p.3-43.
- LIMA, Silvio Luís Toledo de et al. Estudo da Atividade Proteolítica de Enzimas Presentes em Frutos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 28, p. 47-49.
- MAGALHÃES, Paulo César et al. **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 23 p. 2002. Circular Técnica 22.
- MAIA, Wilson J. Mello e Silva. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (hemiptera: aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 520-529, 2004.
- MARTIN, Thomas Newton et al. Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, v, 58, p.1-8, 2011.
- MÁXIMO, Paulo José de Moraes et al. Adubação nitrogenada em cobertura em dois cultivares de milho no Cariri-CE. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 6, n. 1, p. 23-28, 2019.
- MORTATE, Roberto Kennedy et al. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.
- NEUMANN, Mikael et al. Produção de milho para silagem sob níveis crescentes de adubação nitrogenada em cobertura. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v. 10, n. 2 p. 61-70, 2017.
- OLIVEIRA, Charles Martins de et al. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.297-303, 2007.
- PANNUTI, Luiz Eduardo da Rocha et al. Efeitos da fertirrigação sobre a ocorrência e danos de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, n. 1, p. 1-8, 2015.
- PARRA, José R. P.; PANIZZI, Antônio R.; HADDAD, Marinéia L. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, Antônio R.; PARRA, José R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo

- integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Londrina: Embrapa Soja, p. 37-90, 2009.
- PASSOS, Renato Ribeiro et al. Nutrição de plantas relacionada à incidência de insetos-praga. In. PRATISSOLI, Dirceu et al. **Tópicos Especiais em Produção Vegetal III**. Universidade Federal do Espírito Santos. Centro de Ciências Agrárias: Alegre, 2012.
- PIETRO-SOUZA, William et al. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.6, p.575–580, 2013.
- PINHEIRO, Denise Maria; PORTO, Karla Rejane de Andrade; MENEZES, Maria Emília da Silva. **A química dos alimentos**: carboidratos, lipídios, proteínas e minerais. Maceió : EDUFAL, 2005. 52 p.
- PIZOLATO NETO, Antonio et al. Doses de nitrogênio para cultivares de milho irrigado. **Nucleus**, Ituverava, v.13, n.1, p. 87-96, 2016.
- PREZOTTI, Luiz Carlos et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. Vitória : SEEA; Incaper; CEDAGRO, 2007. 301 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acessado em: 27 Mai 2019.
- REJEB, Kilani Ben; ABDELLY, Chedly; SAVOURÉ, Arnould. How reactive oxygen species and proline face stress together. **Plant Physiology and Biochemistry**, Dorchester, v.80, p.278-284, 2014.
- SCHMITZ, Troy G.; SCHMITZ, Andrew; MOSS, Charles B. The economic impact of Star Link corn. **Agribusiness**, Hoboken, v. 21, n. 3, p. 391-407, 2005.
- SILVA, Edson Cabral da et al. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 118-127, 2009.

- SILVA, Nelmício Furtado da. et al. Crescimento da cana-de-açúcar sob aplicação de nitrogênio via gotejamento subsuperficial. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2014.
- STREIT, Nivia Maria et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TANAKA, Ayumi et al. Chlorophyll a oxygenase (CAO) is involved in chlorophyll b formation from chlorophyll a. **Plant Biology**, Hoboken, v.95, p.12719-12723, 1998.
- TEIXEIRA, Walquíria Fernanda. **Aminoácidos como sinalizadores em plantas**. 2017. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/aminoacidos-como-sinalizadores-em-plantas/>>. Acesso: 20 jun. 2019.
- TINGEY, Ward M.; SINGH, S. R. Environmental factors influencing the magnitude and expression of resistance. In: Maxwell, F. G. & Jennings, P. R. (Ed.). **Breeding plant resistant to insects**. John Wiley and Sons, New York, USA, p.87-114, 1980.
- URIBE, Raúl A. M. et al. Ratoon sugarcane yield integrated drip irrigation and nitrogen fertilization. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 6, p. 1124-1133, 2013.
- VENTURA, Sandra Regina da Silva; CARVALHO, Acacio Geraldo de; PEREIRA, Fabiano Teixeira. Efeito da adubação na população de *Corythaica cyathicollis* em berinjela, em função do período de coleta. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 47-51, 2008.
- VIANA, Paulo Afonso. **Manejo de *Diabrotica speciosa* na Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6 p. Circular Técnica.
- VILANOVA, Clélio; SILVA JÚNIOR, Carlos Dias da. A Teoria da Trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 4, n.1, p.39-50, 2009.
- VON ELBE J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison, 2000, p.782-799.

- WAQUIL, José Magid et al. Manejo de lepidópteros-praga na cultura do milho com o evento Bt piramidado Cry1A.105 e Cry2Ab2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.12, p.1529-1537, 2013.
- WOLSCHICK, D. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho no sistema plantio direto em ano com precipitação pluvial normal e com “*el ninho*”. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n.3, p.461-468, 2003.
- WORDELL FILHO, João Américo et al. **Pragas e doenças do milho**: Diagnose, danos e estratégias de manejo. Florianópolis: Epagri, 2016. 82 p. Epagri. Boletim Técnico, 170.
- XU, Hong et al. Chlorophyll b can serve as the major pigment in functional photosystem II complexes of cyanobacteria. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v.98, n.24, 2001.