



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**USO DE UM BIOESTIMULANTE A BASE DE AMINOÁCIDOS NA
REDUÇÃO DOS EFEITOS FITOTÓXICOS DE HERBICIDAS E SUA
INFLUENCIA NO DESENVOLVIMENTO DE *Bemisia tabaci***

MIGUEL ALEXANDRONI CORDOVA DE SOUSA

BRASÍLIA, DF
DEZEMBRO DE 2017

MIGUEL ALEXANDRONI CORDOVA DE SOUSA

**USO DE UM BIOESTIMULANTE A BASE DE AMINOÁCIDOS NA REDUÇÃO DOS
EFEITOS FITOTÓXICOS DE HERBICIDAS E SUA INFLUENCIA NO
DESENVOLVIMENTO DE *Bemisia tabaci***

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. CRISTINA SCHETINO BASTOS

**BRASÍLIA, DF
DEZEMBRO DE 2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, Miguel Alexandroni Cordova de

“USO DE UM BIOESTIMULANTE A BASE DE AMINOÁCIDOS NA REDUÇÃO DOS EFEITOS FITOTÓXICOS DE HERBICIDAS E SUA INFLUENCIA NO DESENVOLVIMENTO DE *Bemisia tabaci*”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2017. 34 páginas
Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. Naturamin; 2. Fitotoxicidade; 3. mosca-branca.

I. Bastos, C.S. II. Dra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, M. A. C. Uso de um bioestimulante a base de aminoácidos na redução dos efeitos fitotóxicos de herbicidas e sua influencia no desenvolvimento de *Bemisia tabaci*. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 34 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: MIGUEL ALEXANDRONI CORDOVA DE SOUSA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Uso de um bioestimulante a base de aminoácidos na redução dos efeitos fitotóxicos de herbicidas e sua influencia no desenvolvimento de *Bemisia tabaci*.

Grau: 3º **Ano:** 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

MIGUEL ALEXANDRONI CORDOVA DE SOUSA

CPF: 051.384.701-40

Colônia Agrícola Samambaia Ch 68/1 Lote 14

CEP: 72.001.625 Brasília, DF. Brasil

(61) 99215-7477 / email: miguelalexandroni@hotmail.com

MIGUEL ALEXANDRONI CORDOVA DE SOUSA

**USO DE UM BIOESTIMULANTE A BASE DE AMINOÁCIDOS NA REDUÇÃO DOS
EFEITOS FITOTÓXICOS DE HERBICIDAS E SUA INFLUENCIA NO
DESENVOLVIMENTO DE *Bemisia tabaci***

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. CRISTINA SCHETINO BASTOS

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Cristina Schetino Bastos

Doutora, Universidade de Brasília – UnB

Orientadora / email: cschetino@unb.br

Cícero Célio de Figueiredo

Doutor, Universidade de Brasília - UnB

Examinador / e-mail: cicerocef@unb.br

Fábio Akiyoshi Suinaga

Doutor, Embrapa Hortaliças - CNPH

Examinador / e-mail: fabio.suinaga@embrapa.br

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Geral.....	2
2.1 Específicos:.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Bioestimulantes: definição, principais categorias e aplicabilidade	3
3.2 A mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i> Genn. Hemiptera: Aleyrodidae).....	6
3.3 Fitotoxicidade de herbicidas	9
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
4.1 Fitotoxicidade do glifosato	11
4.2 Desenvolvimento de <i>B. tabaci</i>	13
5. RESULTADOS e DISCUSSÃO	15
5.1 Fitotoxicidade do glifosato	15
5.2 Desenvolvimento de <i>B. tabaci</i>	18
5.2.1 Alface	18
5.2.2 Repolho	20
6. CONCLUSÕES	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

Dedico este trabalho a Deus pelo dom da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e sabedoria.

Aos meus pais Rafael e Marina pelo total apoio e base, tornando esse sonho possível.

Aos meus irmãos João Pedro, Raquel, Beatriz, Luiza, Maria Clara, Gabriel, Rafael e Francisco por estarem sempre ao meu lado e compartilhando todos os momentos desde sempre.

Aos meus avós João Batista, Maria Eliza e Maria Lúcia por todo o apoio e companheirismo nessa caminhada.

A minha namorada, Maria Carolina, pelo companheirismo e auxílio nessa caminhada.

Aos amigos Alexandre Faria, Luiz Henrique, Edvaldo Júnior, Pedro Yamada, Arthur Araújo, Giovanna Marinho e Michelle Amanda, por toda contribuição durante o curso e nesse trabalho.

A professora Dr^a. Cristina Schetino Bastos pela disponibilidade, ensinamentos, orientação durante o curso e na realização desse trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa, Israel, Evangelista, Ronaldo e Zequinha, pela dedicação e empenho na realização dos trabalhos.

À Embrapa Hortaliças e ao pesquisador Fábio Akiyoshi Suinaga pela colaboração para que esse trabalho fosse possível.

Ao grupo Pet-agronomia por todo o conhecimento e trabalho realizado esses anos.

SOUSA, MIGUEL ALEXANDRONI CORDOVA DE. **Uso de um bioestimulante a base de aminoácidos na redução dos efeitos fitotóxicos de herbicidas e sua influência no desenvolvimento de *Bemisia tabaci***. 2017. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

Os bioestimulantes de plantas são um grupo de substâncias naturais ou sintéticas ou microorganismos usados em pequenas quantidades em aplicações via solo ou foliar para proporcionar melhoria do crescimento da cultura e conferir tolerância a estresses bióticos e abióticos. Esse trabalho objetivou avaliar a eficiência agrônômica de um produto a base de aminoácido quanto à mitigação dos efeitos fitotóxicos de um herbicida e seu efeito sobre o desempenho de *Bemisia tabaci*. Para tal, foram realizados três bioensaios. No primeiro bioensaio em que se testou o efeito de uma formulação bioestimulante a base de aminoácidos (Naturamin®) sobre a recuperação da fitotoxicidade causada à alface pela aplicação do glifosato os tratamentos foram representados por: 1) 0,2 L ha⁻¹ de glifosato (Roundup Original®, 480g/L, Monsanto Do Brasil Ltda); 2) 0,2 L ha⁻¹ de glifosato + 1 g da formulação do aminoácido por litro de água; 3) 0,2 L ha⁻¹ de glifosato + 2 g da formulação do aminoácido por litro de água; 4) 1 g da formulação do aminoácido por litro de água; 5) 2 g da formulação do aminoácido por litro de água; 6) água – testemunha, sendo dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. O segundo e terceiro bioensaios foram delineados para avaliar o efeito do produto sobre o desempenho de *B. tabaci* desenvolvendo-se sobre alface e repolho, respectivamente. Em ambos os ensaios foram testados os seguintes tratamentos: 1) dose recomendada do inseticida Actara® 250 WG (Tiametoxam – 250 g kg⁻¹) para controle de mosca-branca em repolho (0,8 kg ha⁻¹); 2) testemunha – água; 3) 1 g da formulação do aminoácido por litro de água e infestação com o inseto logo após a aplicação (simultânea); 4) 2 g da formulação do aminoácido por litro de água e infestação com o inseto logo após a aplicação (simultânea); 5) 1 g da formulação do aminoácido por litro de água aplicado uma semana antes da infestação com o inseto (anterior); 6) 1 g da formulação do aminoácido por litro de água aplicado uma semana antes da infestação com o inseto (anterior), sendo dispostos no delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições. O bioestimulante à base de aminoácidos não proporcionou recuperação do estresse representado pela aplicação do herbicida glifosato, favoreceu a fecundidade de *B. tabaci* quando o inseto desenvolveu-

se sobre a alface e reduziu o número de ovos e de ninfas de *B. tabaci* quando o hospedeiro foi o repolho. A formulação a base de aminoácidos favoreceu o acúmulo de massa seca pela alface e de massa fresca pelo repolho.

Palavras-chave: Naturamin®, Fitotoxicidade, mosca-branca.

1. INTRODUÇÃO

Os bioestimulantes de plantas compreendem um grupo de substâncias naturais ou sintéticas ou microorganismos que são usados em pequenas quantidades em aplicações no solo ou na parte aérea visando proporcionar melhoria do crescimento da cultura e conferir tolerância a estresses bióticos e abióticos, independente de sua natureza (DU JARDIN, 2015; VAN OOSTEN et al., 2017).

Dentro da categoria de hidrolisados proteicos e outros compostos contendo nitrogênio que podem ser obtidos através da hidrólise química e enzimática de proteínas de origem animal ou vegetal ou apresentar natureza sintética (CALVO; NELSON e KLOEPER, 2014; DU JARDIN, 2015; VAN OOSTEN et al., 2017) existem diferentes produtos sendo comercializados no Brasil. Dentre esses produtos tem-se a formulação denominada Naturamin® (Daymsa) que apresenta em sua composição 80% p/p de aminoácidos livres, 12,8% p/p de nitrogênio (N) total e 12,8% p/p de nitrogênio (N) orgânico (DAYMSA, 2017).

A principal recomendação de uso de produtos dessa natureza é relacionada à sua ação como condicionantes e redutores dos efeitos fitotóxicos ocasionados pela utilização de produtos como fungicidas, inseticidas e herbicidas, reduzindo assim, uma taxa de perdas mais elevada (RUSSO e BERLYN, 1991) e proporcionando recuperação das plantas.

Entretanto, no que pese já existirem relatos de sua ação no sentido de proporcionar tolerância a estresses bióticos (LE MIRE et al., 2016; LUZIATELLI et al., 2016) não existem trabalhos que já tenham tratado do efeito desses produtos sobre organismos que têm como principal ou única fonte de nutrientes os aminoácidos extraídos da seiva das plantas, a exemplo da mosca-branca, *B. tabaci*. (PARRA, 2012; MORENO-DELAFUENTE et al., 2013).

Desta forma, nos insetos sugadores, como é o caso de *B. tabaci* o nitrogênio possui um papel-chave em seu ciclo de desenvolvimento, podendo restringir seu crescimento e fecundidade (PARRA, 2012). De maneira análoga, as taxas de sobrevivência de insetos sugadores tipicamente aumentam proporcionalmente ao aumento do conteúdo de nitrogênio na planta, bem como é frequente observar-se surtos populacionais desse grupo de pragas em situações em que ocorre ajuste osmótico das

plantas com consequente acúmulo de moléculas estruturalmente mais simples (aminoácidos ou proteínas de baixo peso molecular) (MATTSON JR, 1980; JARZYNIAK e JASIŃSKI, 2014). Por outro lado o incremento na disponibilidade de compostos nitrogenados pode favorecer a formação e o uso desses compostos para se defender do ataque de pragas (PRICE, 1997).

Vale ressaltar que essa deve ser uma preocupação recorrente tendo em vista a disseminação do uso dos herbicidas de amplo espectro tais como o 2,4 D, glufosinato de amônio e glifosato em virtude da existência de plantas geneticamente modificadas incorporando tolerância aos mesmos (CTNBio, 2017). Essa situação contribuiu para aumentar as possibilidades de efeitos fitotóxicos sobre as culturas cultivadas nas imediações ou em sequência a esses cultivos, com consequente emprego de formulações bioestimulantes para recuperação do dano sofrido.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar uma formulação bioestimulante a base de aminoácidos em relação à sua capacidade em proporcionar recuperação de fitotoxicidade causada por herbicida e em alterar o ataque de *B. tabaci*.

2.1 Específicos:

- Avaliar a influência do bioestimulante sobre a recuperação da fitotoxicidade provocada pelo uso de um herbicida em sub-dosagem;
- Avaliar a influência do bioestimulante sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas;
- Avaliar a influência do bioestimulante sobre o desempenho de *B. tabaci*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bioestimulantes: definição, principais categorias e aplicabilidade

A palavra bioestimulante foi inicialmente cunhada por especialistas em olerícolas para descrever substâncias que promovem o crescimento de plantas sem que sejam nutrientes ou pesticidas ou causem melhoria do solo. Uma das primeiras definições adotadas para descrição do termo considerava que bioestimulantes seriam materiais que, em pequenas quantidades, promoveriam o crescimento da planta. A adoção da expressão pequenas quantidades nesse caso, visava distinguir esses produtos dos fertilizantes e corretivos de solo que também promovem crescimento de plantas mas são empregados em grandes quantidades (DU JARDIN, 2015).

As definições mais atuais consideram que os bioestimulantes de plantas compreendem uma classificação diversa de substâncias ou microorganismos que podem ser adicionados ao ambiente em torno da planta, via solo ou foliar, com o objetivo de melhorar a eficiência nutricional e/ou as características de qualidade da cultura e conferir tolerância a estresses bióticos ou abióticos, a despeito de sua composição. Nesse aspecto, os bioestimulantes não são considerados nutrientes, porém, facilitam a absorção de nutrientes ou contribuem para a promoção do crescimento e resistência a estresse (VAN OOSTEN et al., 2017). Os benefícios auferidos através do uso de bioestimulantes são decorrentes do aumento na eficiência do uso de nutrientes minerais e em virtude de alterarem diversos processos fisiológicos que contribuem para estimular o desenvolvimento das plantas e reduzir o efeito dos estresses biótico e abiótico na qualidade e produtividade das culturas (BULGARI et al., 2015).

A origem dos bioestimulantes pode ser natural (extração química, enzimática ou térmica de materiais orgânicos vegetais e/ou animais) ou sintética (BULGARI et al., 2015; DU JARDIN, 2015; NARDI et al., 2016; COLANTONI et al., 2017; VAN OOSTEN et al., 2017).

As principais categorias de bioestimulantes de plantas são microorganismos benéficos (bactérias - Rhizobacterias que promovem o crescimento de plantas e fungos), ácidos húmicos e fúlvicos, hidrolisados proteicos e outros compostos contendo

nitrogênio, extratos de algas marinhas e botânicos, quitosano e outros biopolímeros e compostos inorgânicos (DU JARDIN, 2015; VAN OOSTEN et al., 2017).

Os aminoácidos e misturas de peptídeos são obtidos por hidrólise química e enzimática de proteínas tendo como fonte sub-produtos agroindustriais provenientes de plantas (restos culturais) ou animais (colágeno e tecido epitelial), podendo ainda ser obtidos da síntese química (CALVO; NELSON e KLOEPER, 2014; DU JARDIN, 2015; VAN OOSTEN et al., 2017). Outras moléculas nitrogenadas incluem betaína, poliaminas e aminoácidos não proteicos (DU JARDIN, 2015). Os hidrolisados de proteínas normalmente são comercializados como formulações que incluem reguladores de crescimento de plantas (VAN OOSTEN et al., 2017).

Os aminoácidos têm grande importância no metabolismo primário e secundário das plantas, tendo em vista que esses são essenciais para a formação e composição das proteínas vegetais e suas funções específicas. A glicina, por exemplo, é extremamente importante na formação de clorofila nas plantas; a prolina é responsável pela fertilidade dos grãos de pólen e firmeza das paredes celulares; o ácido-glutâmico por sua vez tem papel fundamental no desenvolvimento dos meristemas das plantas e sua frutificação; a asparagina e o glutamato têm como uma de suas funções, promover a conexão entre o ciclo do carbono e do nitrogênio o que influencia diretamente na síntese de carboidratos, açúcares e proteínas nas plantas (LARCHER, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009).

A ação direta das formulações a base de aminoácidos, hidrolisados proteicos e outros compostos contendo nitrogênio inclui modulação da absorção e assimilação de nitrogênio, através da regulação das enzimas envolvidas na assimilação de nitrogênio e dos seus genes estruturais e pela rota de sinalização da aquisição do nitrogênio nas raízes. Além disso, através da regulação das enzimas do ciclo de Krebs eles também contribuem para que o metabolismo de nitrogênio e carbono interajam e sejam estimulados e para a regulação hormonal da planta (COLLA et al., 2014). Efeitos de quelantes também são descritos para algumas formulações a base de aminoácidos (tais como prolina) algo que pode proteger as plantas contra metais pesados e também contribuir para a mobilidade e aquisição de micronutrientes. Algumas dessas formulações possuem ainda atividade antioxidante, favorecendo a eliminação de radicais livres, algo que contribui para a mitigação de estresse ambiental (DU JARDIN, 2015). Alguns trabalhos sugerem ainda o incremento na absorção de fosfato e de macronutrientes em geral, atividade semelhante a dos hormônios auxina, citocinina e giberelina, aumento das taxas fotossintéticas e dos conteúdos de clorofila e

carotenóides, aumento do conteúdo de nitrogênio foliar, proteínas, aminoácidos livres, carboidratos, açúcares totais, compostos fenólicos, esteróis, terpenos, glucosinolatos, regulação da atividade enzimática, modulação do sistema enzimático e não enzimático anti-oxidante e regulação da abertura estomatal (ERTANI et al., 2009; BERTOLIN et al., 2010; SHEHATA et al., 2011; LIMBERGUER e GHELLER, 2012; COLLA et al., 2015; SUBBARAO; HUSSAIN e GANESH, 2015; YUNSHENG et al., 2015; NARDI et al., 2016; BACKES et al., 2017; KAŁUŻEWICZ et al., 2017; YAKHIN et al., 2017).

Os efeitos indiretos na nutrição e crescimento das plantas também são bastante relevantes nesses tipos de formulações. Os hidrolisados proteicos são conhecidos por aumentar a biomassa e atividade microbiana, a respiração do solo e, de maneira geral, a fertilidade do solo. O efeito quelante e a atividade complexadora de aminoácidos específicos e peptídeos contribuem para a disponibilidade de nutrientes e sua aquisição pelas raízes (DU JARDIN, 2015).

Em termos de sua ação como redutores dos estresses bióticos e abióticos existem relatos de que esses compostos aumentam a indução de um grande número de genes responsáveis por conferir tolerância à seca em tomate (PETROZZA et al., 2014), tolerância ao estresse salino em milho (ERTANI et al., 2012) e alface (LUCINI et al., 2015) e tolerância ao frio em alface e ao calor em espécies perenes (BOTTA, 2012). Além disso, existe ação desses compostos no sentido de conferir tolerância às condições ambientais adversas prevalentes nas fases de embebição e germinação das sementes (POSMIK e SZAFRANSKA, 2016; KOŁODZIEJCZYK et al., 2016).

Em relação à sua ação que minimiza o impacto dos estresses abióticos Luziatelli et al. (2016) observaram que o uso de bioestimulantes a base de hidrolisados de proteínas alterou a composição da população microbiana e estimulou o crescimento de bactérias específicas que promoveram o crescimento das plantas e exerceram ação de biocontrole sobre o fungo *Fusarium oxysporum* e a bactéria *Erwinia amylovora*. Adicionalmente, alguns desses compostos possuem propriedades de atuarem como elicitores (moléculas que são percebidas pela planta e induzem uma reação de defesa na mesma) conferindo proteção contra várias doenças e aumentando a predação natural (LE MIRE et al., 2016).

No Brasil, os produtos à base de aminoácidos são considerados e registrados como aditivos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2007) e tem seu uso recomendado na forma de fertilizantes. No entanto, eles têm sido muito utilizados como auxiliares no sentido de conferir tolerância às condições

adversas e prejudiciais às plantas, assim como na recuperação da fitotoxicidade conferida por herbicidas (SERCILOTO et al., 2014).

As formulações comerciais disponíveis no Brasil têm sua recomendação de uso via foliar, através da pulverização ou por meio da irrigação, ou através do tratamento de sementes ou via aplicação em sulco (MÓGOR et al., 2008; FERREIRA et al., 2007).

3.2 A mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn. Hemiptera: Aleyrodidae)

A mosca-branca constitui-se em um inseto sugador de seiva do floema e, em decorrência do seu ataque causa o acúmulo de uma substância adocicada nas plantas (*honeydew*) que favorece a colonização de um fungo escuro (fumagina) que pode limitar a fotossíntese das plantas (BROWN, 1994). Além disso, atua como transmissor de viroses para culturas de grande relevância agrícola tais como o tomateiro e o feijoeiro (FARIA et al., 2016; INOUE-NAGATA; LIMA e GILBERTSON, 2016) e é considerado um inseto polífago e cosmopolita (MOUND et al., 1978). As perdas decorrentes da transmissão de viroses são de muito maior relevância e magnitude do que aquela proveniente do dano direto (INOUE-NAGATA et al., 2016). Desta forma, *B. tabaci* tem recebido maior atenção em virtude de sua capacidade em atuar como vetor de viroses que vem se tornando um grande limitador da atividade agrícola e produção de alimentos mundial (COHEN et al., 1992). Admite-se que *B. tabaci* seja capaz de transmitir vírus distintos, tais como o geminivírus, o closternovírus, o carlavírus, o potyvírus, o nepovírus, o luteovírus, dentre outros (DUFFUS et al., 1996; FARIA et al., 2000).

No Brasil existe ocorrência registrada dos biótipos A, B e Q (MICHEREFF-FILHO e LIMA, 2016) e apesar desta denominação ainda persistir no país, a nomenclatura mais recente reconhece *B. tabaci* como sendo uma espécie pertencente a um agrupamento composto por 24 espécies. Nessa nova classificação, o biótipo A foi dividido entre os grupos NW-1 (New World -1) e NW-2 (New world-2), que tem como origem o Novo Mundo, ou seja, as Américas, o biótipo B foi denominado de MEAM-1 (MEAM = Middle East-Asia Minor) com origem no continente asiático e o biótipo Q foi incluso no complexo denominado MED (Mediterranean) por ter se originado na região do Mediterrâneo (DE BARRO et al., 2011).

As razões para alteração da nomenclatura adotada anteriormente (biótipos A ao T) foi o fato dela ser baseada, prioritariamente, em variações em características biológicas, incluindo a capacidade de transmissão de begomovirose e alterações morfológicas em alguns hospedeiros, a variação na amplitude de hospedeiros e a capacidade de produzir progênes exclusivamente de fêmeas após a hibridação entre biótipos. Todavia, a grande maioria das variações atribuídas a esses biótipos anteriormente foram, em sua maioria, equivocadas, e daí a substituição por esse novo agrupamento prevê que distância genética de 3,5% entre grupos, sugerindo que eles sejam reprodutivamente isolados ou algo próximo a essa condição (DE BARRO et al., 2011).

Nos Estados Unidos, a mosca branca tem causado grandes prejuízos desde a década de 1980 em cultivos de algodão, girassol, batata doce, pepino, berinjela, melão e tomate (COSTA et al., 1993). No Brasil, o inseto apresenta grande relevância nas culturas do feijão, tomate, pimentão, soja, algodão, abóboras, repolho, couve, entre outras culturas importantes do país (LOURENÇÃO e NAGAI, 1994).

Tendo em vista sua natureza polífaga, sua ocorrência não está limitada às espécies cultivadas, anuais e perenes, como inclui ainda plantas daninhas e ornamentais (BUTLER; HENNEBERRY e WILSON, 1986; RAMAPPA; MUNIYAPPA e COLVIN, 1998; OLIVEIRA; HENNEBERRY e ANDERSON, 2001).

Em relação à sua amplitude de distribuição geográfica, o inseto ocorre em todos os continentes, com exceção da Antártida (OLIVEIRA; HENNEBERRY e ANDERSON, 2001).

O nome comum do inseto (mosca-branca) é derivado de suas características constitucionais e devido ao acúmulo de uma cera que é secretada por todo o corpo do inseto, principalmente nas asas, deixando-as com uma coloração esbranquiçada. A espécie sofre metamorfose incompleta, ou seja, passa pela fase de ovo, ninfa, pupa e adulto, durante o seu desenvolvimento (MARTIN; MIFSUD e RAPISARDA, 2000).

São insetos capazes de se reproduzir de forma sexuada ou por partenogênese, promovendo assim, a grande prolificidade da espécie. Seus ovos têm um formato arredondado à oval, coloração creme à amarelada escura, quando próximos da eclosão. Normalmente, eles são ovipositados na face abaxial das folhas em disposição circular semelhante a uma impressão digital e apresentam um pedicelo em sua estrutura para auxiliar na fixação desses ovos (HAJI et al., 2005). Dependendo das condições, tais como temperatura, hospedeiro e disponibilidade de alimento, um adulto de mosca

branca pode ovipositar entre 100 a 300 ovos durante sua fase adulta (VILLAS BÔAS, 2005).

As ninfas são translúcidas, móveis e apresentam uma coloração mais amarelada, passam por quatro instares, sendo o primeiro instar móvel e os demais fixos. Adultos e ninfas apresentam aparelho bucal sugador tal como o adulto. No último instar, começam a apresentar formato de adulto, aparição de olhos de coloração mais avermelhada e formação do pupário (MOUND e HALSEY, 1978; MARTIN; MIFSUD e RAPISARDA, 2000; HAJI et al., 2005).

A emergência do adulto é feita através de abertura em formato de T invertido na superfície dorsal do pupário (MOUND e HALSEY, 1978). Os adultos são pequenos, medindo em torno de 1 a 3 milímetros de comprimento. As asas são dispostas paralelamente, mantidas um pouco separadas e com uma veia principal ramificada, recobrimdo todo o corpo do inseto (HAJI et al., 1997; MARTIN; MIFSUD e RAPISARDA, 2000).

A fase de ovo do inseto tem duração aproximada de 6,0 dias, a fase ninfal do primeiro ao quarto instar de cerca de 14 dias e o ciclo biológico completo de ovo a adulto em torno de 20 dias com o inseto desenvolvendo-se sobre algodão em temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h (TORRES et al., 2007).

Apesar de *B. tabaci* se alimentar através da sucção de seiva do floema, a espécie também pode realizar a picada de prova nos vasos do xilema (MORENO-DELAFUENTE et al., 2013). Enquanto os vasos do floema possuem a função de translocar açúcares e aminoácidos das folhas para os órgãos de armazenamento e partes em crescimento ativo das plantas os vasos do xilema transportam água e minerais das raízes para a parte aérea da planta (TAIZ e ZEIGER, 2009).

As taxas de sobrevivência de insetos sugadores tipicamente aumentam na medida em que o conteúdo de nitrogênio da planta aumenta (MATTSON JR., 1980). No caso dos insetos sugadores especializados em se alimentar do xilema e floema os aminoácidos se constituem na maior ou única fonte de nutriente dessas espécies tendo em vista que os vasos condutores de seiva contêm quase nenhuma ou pouquíssima quantidade de proteína. Desta forma, o nitrogênio possui um papel muito importante nos processos metabólicos e na codificação genética dessas e de outras espécies de insetos e devido a este fato, geralmente limita o crescimento da espécie e sua fecundidade. Os insetos, em geral, precisam de ao menos 10 aminoácidos essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento (arginina, histidina, isoleucina, leucina,

lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) com os demais sendo sintetizados a partir destes. Os 10 aminoácidos essenciais também são necessários para a produção de ovos pelos adultos de insetos (PARRA, 2012).

Uma das adaptações que as plantas realizam ao passar por uma condição de estresse devido a seca é relacionada a um ajuste osmótico que é alcançado através da síntese de moléculas de proteínas de baixo peso molecular que protegem as plantas do dano causado pela deficiência hídrica (JARZYŃIAK e JASIŃSKI, 2014). Em situações como essa, em que ocorrem acúmulo desses compostos, as erupções de pragas são mais frequentes, em especial de espécies sugadoras. Por outro lado, espécies anuais de plantas se especializaram em usar defesas qualitativas contra herbívoros, sendo essas defesas baseadas, primordialmente, em compostos nitrogenados (tais como alcalóides e glicosídeos cianogênicos) que agem como toxinas, matando os insetos ou como repelentes, tornando as plantas impalatáveis para eles. Mesmo em situações em que essa não seja a estratégia adotada pela planta, o enriquecimento do meio com compostos nitrogenados pode favorecer a formação e o uso desses compostos para se defender do ataque de pragas (PRICE, 1997)

3.3 Fitotoxicidade de herbicidas

Os herbicidas são agrotóxicos usados para reduzir a incidência e proporcionar controle de plantas daninhas nas lavouras, sendo uma prática frequente (VIEIRA; SANTOS e SANTANA, 1999), tendo em vista que o Brasil lidera o ranking mundial de uso de agrotóxicos (RIGOTTO; VASCONCELOS; ROCHA, 2014). Além disso, dos pesticidas comumente usados no Brasil o primeiro da lista são os herbicidas com 45% do volume consumido, seguidos pelos fungicidas (14%) e inseticidas (12%) (RIGOTTO; VASCONCELOS; ROCHA, 2014).

Segundo o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2017) no Brasil, o mercado de defensivos agrícolas totalizou um faturamento de US\$ 11,45 Bilhões em 2013, sendo 18% maior que no ano de 2012, com US\$ 9,71 Bilhões. Os herbicidas foram responsáveis por 32,6% desse faturamento no setor, movimentando em torno de US\$3,74 Bilhões com um volume de produto comercial vendido de aproximadamente 54%, totalizando 487.743 toneladas, sendo 335.179 de herbicidas não seletivos e 152.564 toneladas de herbicidas seletivos.

O uso indiscriminado e intensivo desses produtos tem acarretado problemas sérios nos campos. O surgimento de plantas resistentes às moléculas tem se agravado, fazendo com que a atividade se torne mais onerosa e que se gaste mais em produtos para o controle dessas pragas. Outro problema recorrente na utilização de herbicidas é a utilização de forma descontrolada e aplicações erradas, o que vem gerando problemas de fitotoxidez em plantas cultivadas, diminuindo assim seu rendimento, vigor e até mesmo alongando seu ciclo produtivo (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO e SILVA, 1994; SERCILOTO; CARVALHO e CASTRO, 2014).

Dentre os produtos mais empregados atualmente, devido à disponibilidade de plantas geneticamente transformadas que incorporam tolerância aos mesmos (CTNBio, 2017), tem-se o glifosate, glufosinato de amônio e o 2,4 D.

Nascimento e Yamashita (2009) verificaram que solos contaminados com os herbicidas 2,4 D + Picloram provocaram redução na emergência e altura das plantas de pepino, alface e tomate e aumento da fitotoxicidade quando as plantas foram cultivadas em solos submetidos à aplicação de sub-dosagens dos produtos, sendo esse efeito verificado já na menor dose testada de $0,04 \text{ L ha}^{-1}$.

O glufosinato de amônio é registrado para o controle de plantas daninhas em pós-emergência da alface, todavia deve ser usado em jato dirigido às plantas daninhas tem em vista que o produto é dessecante e não seletivo (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011). Desta forma, a planta pode sofrer efeito fitotóxico causa ocorra deriva da calda.

De forma semelhante, o herbicida glifosato, cujo i.a. é o agrotóxico mais usado no Brasil, respondendo por 62,4% do mercado de herbicidas comercializados entre 2009 a 2012 (IBGE, 2015), também não apresenta ação seletiva sobre plantas (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011). Apesar de ensaios anteriores não terem verificado efeito do glifosate sobre a germinação das sementes e crescimento das raízes de alface (ARAÚJO et al., 2015), a deriva simulada do produto na alface em sub-dosagem (1% da dosagem recomendada para a cana-de-açúcar) reduziu o teor de clorofila, massa fresca e massa seca em relação a outros tratamentos (MORO et al., 2013).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Água Limpa – FAL, pertencente à Universidade de Brasília (UnB), cuja altitude é de 1080 m, situada nas coordenadas geográficas 47°55'59.48''O e 15°56'59.12''S.

Os ensaios foram instalados em casa-de-vegetação do setor da horta da FAL. A casa-de-vegetação é do tipo arco possuindo 24 metros de comprimento e 7 metros de largura, pé direito de 3 metros, sendo recoberta com plástico polietileno de baixa densidade.

4.1 Fitotoxicidade do glifosato

As mudas foram produzidas na Embrapa Hortaliças, Gama-DF. Foi utilizada a Cultivar Donna. As sementes foram depositadas em bandejas de poliestireno de 128 células preenchidas com substrato comercial para produção das mudas de hortaliças. Vinte dias após a semeadura na bandeja as mudas foram transplantadas para vasos de polipropileno de 5 L de capacidade preenchidos com uma mistura de solo, casca de arroz e enriquecido com macronutrientes. Após o transplântio, os vasos foram transportados a casa de vegetação, sendo a necessidade hídrica das plantas suprida através de irrigação direcionada ao coleto das plantas, com auxílio de béquer de 500 mL de capacidade.

Aos sete dias após o transplântio das mudas, realizou-se uma adubação de cobertura na alface romana empregando-se a formulação 4-30-16 e ureia na proporção de 250 e 115 kg ha⁻¹, respectivamente (AGUIAR et al., 2014).

Os tratamentos foram constituídos por: 1) 0,2 L ha⁻¹ [correspondente a 10% da concentração recomendada para uso no cultivo de cana-de-açúcar 2 L ha⁻¹] de glifosato (Roundup Original®, 480g/L⁻¹, Monsanto Do Brasil Ltda); 2) 0,2 L ha⁻¹ de glifosato + dose da formulação do aminoácido (Naturamin®) na concentração recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças (proporção de 1:1, 1 g de produto por litro de água, utilizada numa dosagem de 150 g ha⁻¹); 3) 0,2 L ha⁻¹ de glifosato + 2x dose da formulação do aminoácido na concentração recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças (proporção de 2:1, 2 g de produto por litro de água, utilizada numa dosagem de 300 g ha⁻¹); 4) dose da formulação do aminoácido na concentração recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças; 5) 2x dose da formulação do aminoácido na

concentração recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças; 6) água – testemunha, sendo dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Todas as soluções foram ajustadas para um volume final de 2 L e foram aplicadas através de borrifador comercial marca JuLeon de 0,4 L de capacidade.

Nos tratamentos correspondentes à aplicação conjunta do herbicida mais aminoácido, o herbicida foi aplicado quatro dias antes da aplicação do aminoácido, a fim de que o efeito fitotóxico pudesse ser manifestado.

A partir da aplicação da formulação a base de aminoácidos, realizou-se, a cada quatro dias, a amostragem visual das plantas visando avaliar a recuperação das plantas tratadas com subdosagem do herbicida e em comparação às plantas testemunhas. Para este fim, foram adotadas duas escalas de avaliação de fitotoxicidade, conhecidas como ALAM (Asociación Latina Americana de Malezas) e ERWC (European Research Weed Council). Na escala ALAM as notas variaram de 1 a 6, sendo: a) nota 1 - equivalente a morte de plantas; b) nota 2- dano muito severo com morte de plantas e sensível redução no rendimento; c) nota 3- dano severo com morte de plantas e redução no rendimento; d) nota 4 – dano moderado; e) nota 5 – dano leve; f) nota 6 - plantas sem danos visíveis (NORMAS..., 2011). Na escala ERWC (European Research Weed Council), onde as notas variaram de 1 a 9, sendo: a) nota 1 – ausência de danos às plantas; b) nota 2- sintoma muito leve; c) nota 3- dano leve; d) nota 4 – dano pesado sem efeito sobre o rendimento; e) nota 5 - duvidoso; f) nota 6 – prejuízo evidente; g) nota 7 – prejuízo pesado na colheita; h) nota 8 – prejuízo muito pesado; i) nota 9 – perda total das plantas (NORMAS..., 2011).

Dois semanas após o início da avaliação da fitotoxicidade realizou-se a colheita das plantas, com subsequente obtenção da massa fresca (g) em balança de precisão. Em seguida as plantas foram destinadas à secagem em estufa com ventilação de ar forçada e regulada para uma temperatura de 40°C. As plantas foram mantidas nessa condição por uma semana, sendo frequentemente reviradas no interior da estufa para que ocorresse secagem homogênea do material vegetal. Após esse período foi feita a pesagem e obtida a massa seca (g) do material.

Os dados relativos à análise da fitotoxicidade pelas escalas de ALAM e ERWC, bem como a massa fresca e seca das plantas foram submetidos à análise de variância, seguida de teste Tukey a $p \leq 0,05$ empregando-se o SAS software (SAS, 2002).

4.2 Desenvolvimento de *B. tabaci*

As mudas de alface Crespa e repolho utilizadas nos bioensaios foram produzidas pela Embrapa Hortaliças, localizada no Gama - DF. Foi utilizada a cultivar Deisy para o bioensaio da alface e a cultivar Astrus Plus para o repolho. As sementes foram depositadas em bandejas de poliestireno de 128 células preenchidas com substrato comercial para produção de mudas de hortaliças. Vasos de polipropileno 5 L de capacidade preenchidos com solo, casca de arroz e enriquecido com macronutrientes foram empregados para o transplante das mudas que ocorreu aos 25 dias após a semeadura. A adubação de cobertura da alface Crespa foi realizada da mesma forma descrita em 4.1. Para o repolho, foi realizada uma adubação de cobertura com aproximadamente 150 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20, de acordo com a recomendação contida na 5ª Aproximação (RIBEIRO; GUIMARÃES e ALVAREZ, 1999).

Os tratamentos foram constituídos por: 1) dose recomendada do inseticida Actara® 250 WG (Tiametoxam – 250 g/kg) para controle de mosca-branca em repolho (0,8 Kg ha⁻¹); 2) testemunha – água; 3) aplicação da dose do formulado (Naturamin®) na concentração recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças (proporção de 1:1, 1 g de produto por litro de água, utilizada numa dosagem de 150 g ha⁻¹) e infestação com o inseto logo após a aplicação (simultânea); 4) aplicação do formulado (Naturamin®) na proporção de 2x a concentração recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças (proporção de 2:1, 2 g de produto por litro de água, utilizada numa dosagem de 300 g ha⁻¹) e infestação com o inseto logo após a aplicação (simultânea); 5) aplicação do formulado na proporção recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças uma semana antes da infestação com o inseto (anterior); 6) aplicação do formulado na proporção de 2x a concentração recomendada pelo fabricante para uso em hortaliças uma semana antes da infestação com o inseto (anterior), sendo dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Os insetos utilizados para infestação foram provenientes de criação mantida pela Embrapa Hortaliças. As moscas brancas utilizadas para infestação foram provenientes de criação massal mantida em casa de vegetação localizada na Embrapa Hortaliças, Gama, DF, mantidas em plantas de couve comum (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* Brassicaceae) e fumo (*Nicotiana tabacum* L. Solanaceae) mantidas em vasos de 5 L. A espécie em questão é *B. tabaci* biótipo B cuja biotipagem foi feita de acordo com metodologia de De Barro et al. (2003) e Hadjistylli et al. (2014).

Os insetos foram coletados das plantas com auxílio de um sugador entomológico adaptado com um bico de pipeta de polipropileno. Foram usados vinte insetos não sexados por planta para infestação. Após a coleta, os insetos foram levados para a Fazenda Água Limpa para infestação das plantas, imediatamente após a coleta.

Foi selecionada uma folha jovem de cada planta para a infestação e as folhas selecionadas foram envoltas em gaiolas de organza de 12 x 20 cm (largura x comprimento) e fixadas no pecíolo da folha através de fita-viés de cetim.

As avaliações foram realizadas semanalmente, a partir da infestação das plantas. Na primeira semana após a infestação, os adultos vivos foram liberados das gaiolas e o número de ovos depositados pelos adultos sobre as folhas foi contabilizado com auxílio de lupa de mão de 30x de aumento, seguida da recolocação das gaiolas na mesma folha onde se encontravam.

A partir da segunda semana após a avaliação a densidade de ninfas emergidas foi contabilizada com auxílio de lupa de mão de 30x de aumento. As avaliações prosseguiram por 28 dias após a infestação, sendo avaliada ainda a emergência de adultos ao longo do tempo.

Na mesma ocasião em que foi realizada a infestação das plantas com os insetos, realizou-se a medição da fotossíntese das folhas, selecionando-se folhas jovens localizadas na mesma porção das plantas que as folhas infestadas com *B. tabaci* biótipo B. Para isso, empregou-se o LI-6400 XT (Li-Cor, Lincoln, NE) e as taxas fotossintéticas foram mensuradas a uma concentração intercelular de CO₂ de 400 μmol mol⁻¹ e a um fluxo de 500 μmol s⁻¹. Tendo em vista que as medições foram realizadas sob luz solar plena, foi empregado o ajuste de 1.400 μmol de fótons m⁻² s⁻¹ de intensidade de luz conforme o adotado por Bastos et al. (2011).

Após a finalização das avaliações, as plantas foram colhidas, limpas e armazenadas em sacos de papel para mensuração da massa fresca e massa seca, seguindo a mesma metodologia descrita em 4.1.

Os dados coletados relativos ao número de ovos e ninfas de *B. tabaci* biótipo B, massa fresca e massa seca das plantas e das taxas fotossintéticas foram submetidos à análise de variância, seguida de teste Tukey a p≤0,05 empregando-se o SAS software (SAS, 2002).

5. RESULTADOS e DISCUSSÃO

5.1 Fitotoxicidade do glifosato

Não houve diferença significativa na escala de notas ERWC (European Research Weed Council) atribuídas aos tratamentos submetidos à sub-dosagem do glifosato e tratados com a formulação à base de aminoácidos em relação àquele tratado exclusivamente com glifosato. As menores escalas de nota (menor dano às plantas) foram atribuídas às plantas tratadas somente com água ou com a formulação à base de aminoácidos, independentemente da dose usada, que não diferiram estatisticamente entre si (Figura 1).

Tendo por base a escala ALAM (Asociación Latina Americana de Malezas), a escala de notas para a fitotoxicidade causada pela sub-dosagem do herbicida foi ligeiramente aumentada (nota 3) nas plantas em que houve aplicação da formulação a base do aminoácido, diferindo significativamente das plantas em que houve aplicação isolada do glifosato (nota 2) (Figura 1). Todavia, mesmo essa pequena melhoria ainda não proporcionou a recuperação total da fitotoxicidade causada pelo herbicida, tendo em vista que a nota atribuída (3) significa danos severos e redução do rendimento. Além disso, todas as plantas expostas ao herbicida tiveram morte do meristema apical, o que inviabilizou o desenvolvimento vertical e favoreceu o perfilhamento das plantas, algo inviável do ponto de vista comercial.

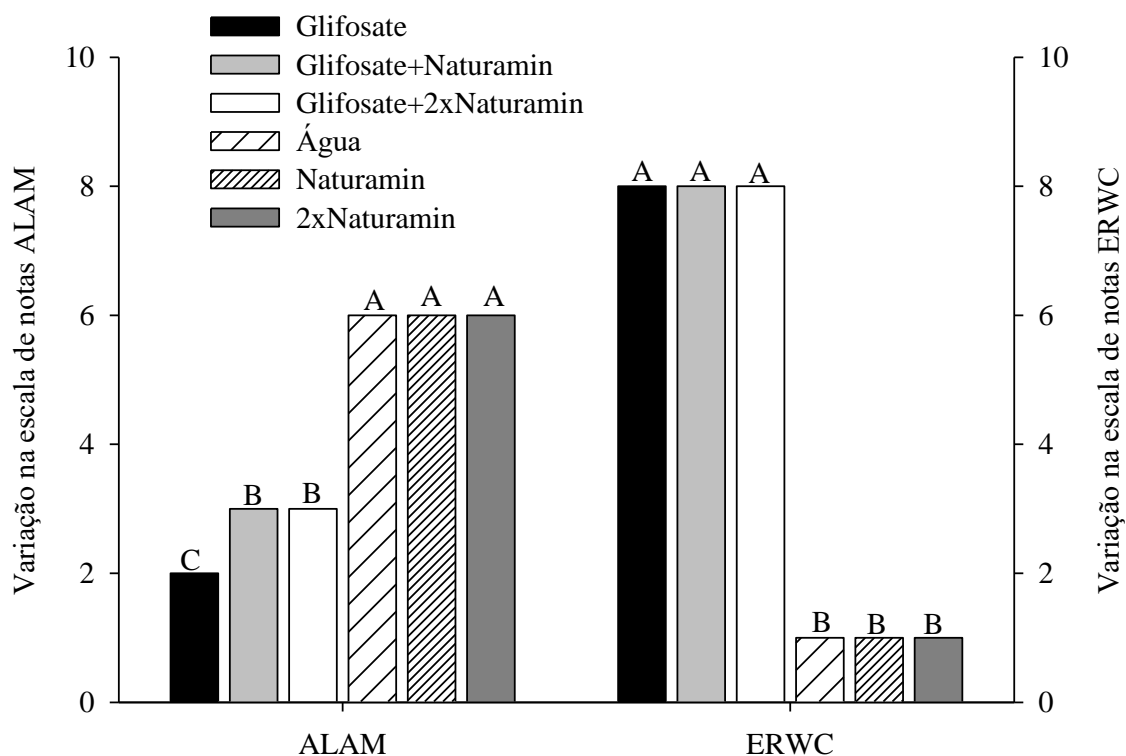


Figura 1. Variação na escala de notas (ALAM - Asociación Latina Americana de Malezas e ERWC - European Research Weed Council) de fitotoxicidade de agrotóxicos aplicada à alface romana (*Lactuca sativa* var. *longifolia* Asteraceae) de acordo com metodologia descrita em (TRIGO E TRITICALE, 2011), em função dos tratamentos utilizados. *Médias seguidas pela mesma letra nas barras componentes de cada variável representada no eixo x, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

A maior massa fresca foi proveniente das plantas que não foram expostas à subdosagem do herbicida, não sendo verificadas diferenças significativas entre os tratamentos expostos aos aminoácidos e a testemunha. O mesmo ocorreu em relação à massa seca (Figura 2). A massa fresca das plantas expostas ao herbicida, não diferiu entre os tratamentos com ou sem a aplicação da formulação à base de aminoácidos (Figura 2). Entretanto, houve um pequeno incremento na massa seca das plantas expostas ao herbicida e à formulação à base de aminoácidos em comparação às plantas tratadas com o glifosate que não receberam aplicação do aminoácido (Figura 2). Esse efeito é compatível com a promoção de crescimento que sucede a aplicação de formulações bioestimulantes e de aumento da tolerância a estresses bióticos e abióticos

conferida por essas substâncias (BOTTA, 2012; COLLA et al., 2014; DU JARDIN, 2015). Ensaios realizados anteriormente constataram o incremento de diversas variáveis tais como: massa seca, taxa fotossintética, crescimento radicular, germinação de sementes, diminuição de estresse abiótico e até mesmo redução dos efeitos negativos de herbicidas em culturas anuais, mediante o emprego de diferentes concentrações e maior número de aplicações de formulações a base de aminoácidos em diversas fases do desenvolvimento das plantas avaliadas (KUNICKI, et al., 2010; SERCILOTO; CARVALHO e CASTRO, 2014.; DU JARDIN, 2015).

Desta forma, a realização de apenas uma aplicação da formulação a base de aminoácido nos tratamentos que receberam aplicação do herbicida pode ter sido insuficiente para que as plantas apresentassem melhor desempenho em termos da recuperação do estresse imposto, tendo em vista que ensaios realizados sob diferentes concentrações e número de aplicações, obtiverem incremento em relação ao acúmulo de biomassa e concentração de nitrato nas folhas (KUNICKI et al., 2010), crescimento e área de atuação de raiz, bem como na germinação de sementes (DMYTRYK et al., 2015) e redução dos efeitos fitotóxicos de herbicidas em plantas cultivadas (SERCILOTO; CARVALHO e CASTRO, 2014). Além disso, a alface é uma espécie com reconhecida sensibilidade a agentes abióticos causadores de estresse (por exemplo metais pesados) e por isso é usada como espécie indicadora do efeito fitotóxico desses compostos (FERREIRA e AQUILA, 2000) Talvez todos esses fatores tenham contribuído para reduzir as chances de que as plantas se recuperassem do estresse causado pela aplicação do herbicida, mesmo mediante a aplicação do bioestimulante.

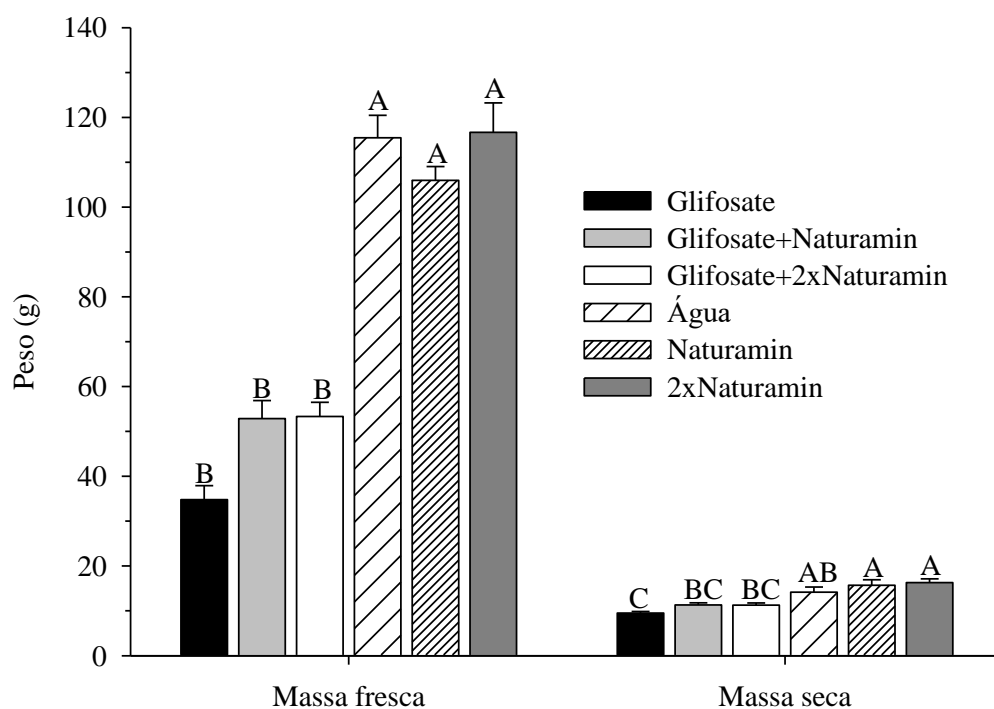


Figura 2. Variação na massa fresca e seca (em gramas) de alface romana (*Lactuca sativa* var. *longifolia*, Asteraceae) em função dos tratamentos utilizados. *Médias seguidas pela mesma letra nas barras componentes de cada variável representada no eixo x, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

5.2 Desenvolvimento de *B. tabaci*

5.2.1 Alface

O menor número de ovos depositados por *B. tabaci* ocorreu nas plantas tratadas com o tiametoxam e com água, e com a maior quantidade sendo observada nas plantas tratadas com a formulação a base de aminoácidos (Figura 3).

O menor número de ovos associados às plantas tratadas com inseticidas é compatível com a ação de controle do produto sobre os adultos do inseto tendo em vista que Torres e Silva-Torres (2008) obtiveram controle de adultos de *B. tabaci* superior a

90% no mesmo dia da aplicação quando usaram a mesma formulação. Por outro lado, a maior fecundidade do inseto manifestada pela maior deposição de ovos nas plantas tratadas com a formulação a base de aminoácidos é compatível com a alimentação enriquecida com aminoácidos ou compostos nitrogenados proporcionada aos adultos, facultando-lhes um melhor desempenho reprodutivo (MATTSON JR, 1980; PARRA, 2012).

Não foram verificadas diferenças significativas entre as taxas fotossintéticas das plantas de alface submetidas aos diferentes tratamentos ($F_{5,24} = 0,66$; $p = 0,66$) que variaram de 13,40 ($\mu\text{mol}/\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) nas plantas tratadas com o tiametoxam a 17,16 ($\mu\text{mol}/\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) nas plantas que receberam a dose dobrada da formulação uma semana antes da infestação. No que pese a ausência de diferença estatística houve elevação da taxa fotossintética mediante a aplicação do bioestimulante, compatível com esse mesmo efeito já descrito para esses produtos (BOTTA, 2012.; SUBBARAO; HUSSAIN e GANESH, 2015.; KAŁUŻEWICZ et al, 2017). O incremento a tal ponto de justificar que fossem encontradas diferenças significativas pode ter sido impedido pela maior ocorrência (maior sobrevivência) dos adultos de *B. tabaci* nas plantas que receberam a aplicação da formulação a base de aminoácido. Nesse sentido, Macedo et al. (2003) ao avaliarem a variação nas taxas fotossintéticas da soja em resposta ao ataque do pulgão *Aphis glycines* (Matsumura) (Hemiptera: Aphididae) verificaram que a redução nas taxas fotossintéticas foi dependente da densidade do inseto que infestava as plantas tendo em vista que infestações com até 10 pulgões/folículo não resultaram em alteração nas taxas fotossintéticas ao passo que densidades acima de 20 pulgões/folículo reduziram consideravelmente as taxas fotossintéticas (em cerca de 50%) em relação aos folíolos não infestados.

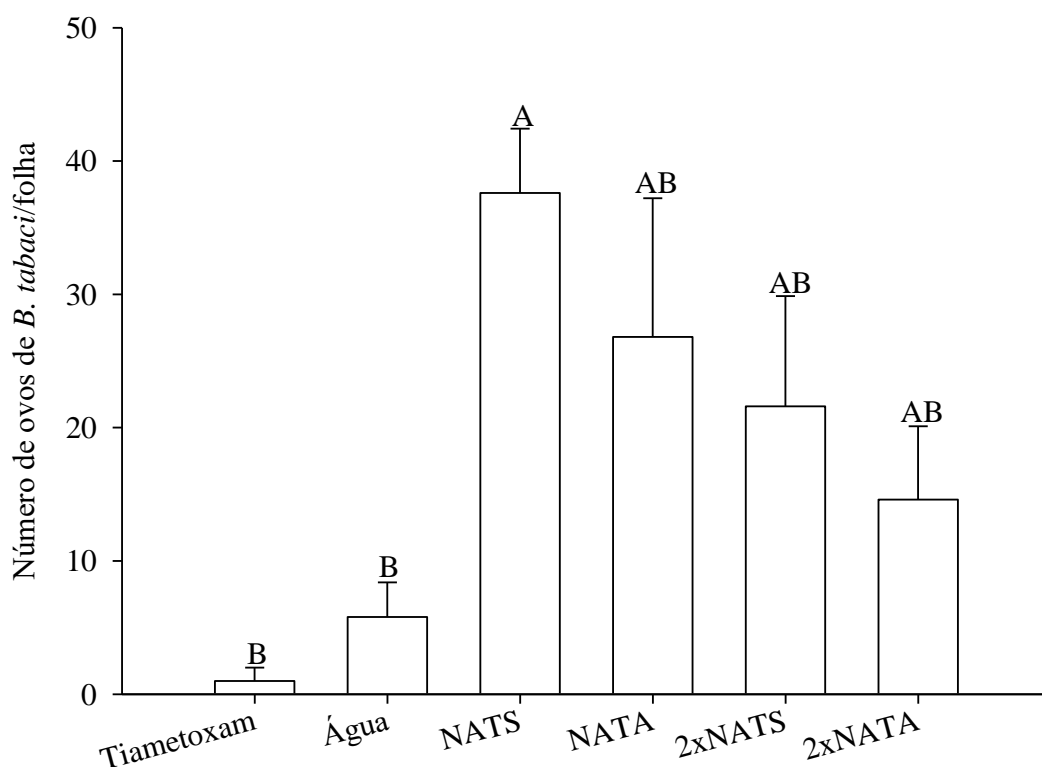


Figura 3. Número de ovos de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn. Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de alface crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa* Asteraceae) em função de diferentes tratamentos. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$. **NATS -Naturamin simultâneo, com aplicação do produto e a infestação com o inseto sendo realizadas no mesmo dia; NATA - Naturamin anterior, com aplicação do produto sendo feita uma semana antes da infestação com o inseto; 2xNAT - duas vezes a dose recomendada do produto.

5.2.2 Repolho

O maior número de ovos e ninfas de mosca-branca ocorreu nas plantas de repolho pulverizadas com água, seguida das plantas tratadas com a formulação a base dos aminoácidos independente do momento da aplicação e da dose usada (Figura 4). O menor número de ovos e ninfas ocorreu nas plantas tratadas com o inseticida tiametoxam (Figura 4). Apesar da alta densidade de ovos e ninfas do inseto nas parcelas tratadas com a formulação a base de aminoácidos, as plantas que apresentaram

a maior massa fresca foram provenientes do tratamento a formulação a base de aminoácidos (Figura 4).

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao número de adultos de *B. tabaci* emergidos ($F_{5,24} = 1,26$; $p = 0,31$), à massa seca das plantas ($F_{5,24} = 2,42$; $p = 0,06$) e a taxa fotossintética das plantas ($F_{5,24} = 0,50$; $p = 0,78$).

Desta forma, no caso do repolho, parece ter ocorrido efeito inverso ao observado na alface, com redução da ocorrência do inseto mediante aplicação da formulação, algo que pode ter ocorrido em função da mobilização dos compostos nitrogenados disponíveis para a defesa da planta (PRICE, 1997).

A diversidade estrutural e morfológica dessas espécies (alface e repolho) pode justificar as diferenças encontradas no presente estudo tendo em vista que existe absorção diferencial dos compostos veiculados via foliar em função da composição, permeabilidade e textura da estrutura foliar (SCHREIBER, 2005; KOLOMAZNÍK et al, 2012.; JARZYNIAK e JASINSKI, 2014). Entretanto, esse comportamento também pode ser atribuído à velocidade de atuação do aminoácido e metabolização do produto pela planta (FAQUIN, 2005; TANAKA et al., 2008), transformando-o, em um menor período de tempo, em um composto mais complexo, o que o tornaria indisponível para a mosca branca.

O maior acúmulo de massa fresca mediante aplicação da formulação a base de aminoácidos pode ser atribuído ao efeito de estimulação do crescimento promovido pelos bioestimulantes. Além disso, o equilíbrio nutricional proporcionado por esses produtos é um fator importante a ser considerado, tendo em vista que uma planta em condições de equilíbrio nutricional, apresenta otimização do crescimento (BERTOLIN et al., 2010; SHEHATA et al., 2011; SUBBARAO; HUSSAIN e GANESH, 2015; YUNSHENG et al., 2015; NARDI et al., 2016; BACKES et al., 2017)

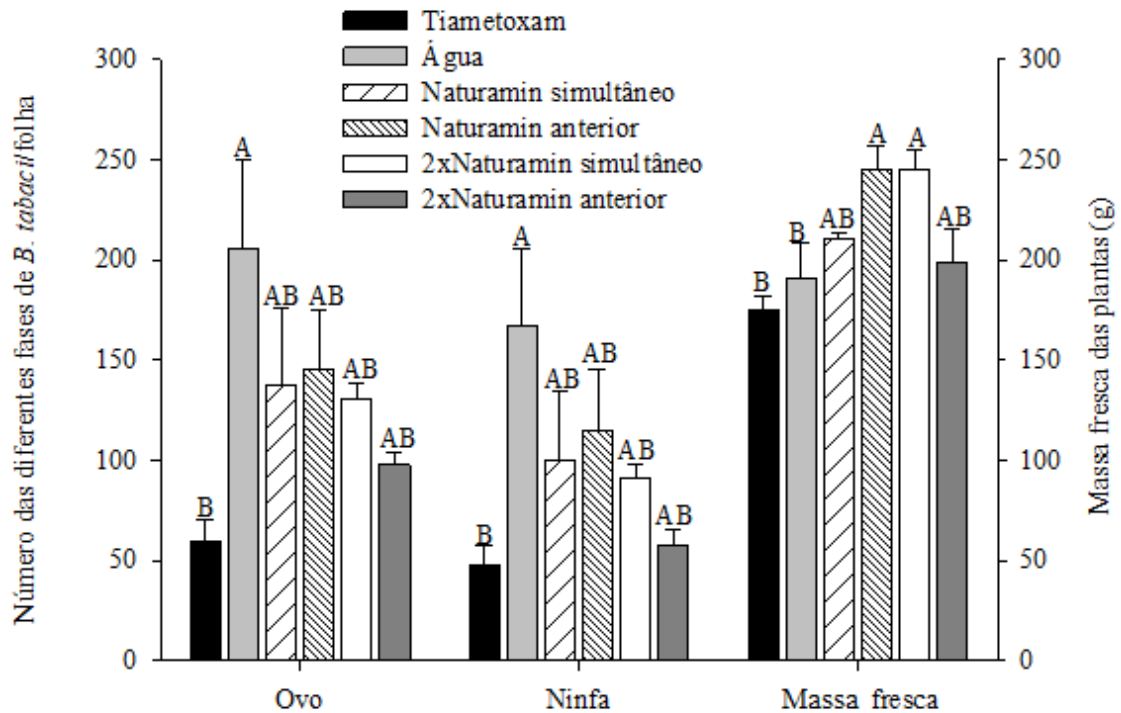


Figura 4. Número de ovos e ninfas de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn. Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de repolho (*Brassica oleraceae* var. *sabellica* Brassicaceae) e massa fresca das plantas após o término da experimentação em função de diferentes tratamentos. *Médias seguidas pela mesma letra nas barras componentes de cada variável representada no eixo x, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$. **Naturamin simultâneo – aplicação do produto e a infestação com o inseto foram feitas no mesmo dia; Naturamin anterior – aplicação do produto foi feita uma semana antes da infestação com o inseto; 2xNaturamin – duas vezes a dose recomendada do produto.

6. CONCLUSÕES

- ✓ O bioestimulante à base de aminoácidos não proporcionou recuperação do estresse representado pela aplicação do herbicida glifosate
- ✓ Quando aplicado na alface, o bioestimulante à base de aminoácidos favoreceu a fecundidade de *B. tabaci*;

- ✓ Quando aplicado no repolho, o bioestimulante à base de aminoácidos não apresentou diferença estatística em relação ao número de ovos e de ninfas de *B. tabaci*;
- ✓ A formulação a base de aminoácidos favoreceu o acúmulo de massa seca pela alface e de massa fresca pelo repolho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. T. E., et al. Instrução agrícola para as principais culturas econômicas. Campinas: **Instituto Agrônomo de Campinas**, 2014. p. 452. (IAC. Boletim, 200).

ARAÚJO, A., et al. Avaliação da ecotoxicidade do glifosato, o ingrediente ativo de alguns herbicidas. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, 4: 1, 2015.

BACKES, C., et al. Aplicação foliar de extrato de alga na cultura da batata. **Revista de Agricultura Neotropical**, 4: 53–57, 2017.

BASTOS, C.; WHIPPLE, S.D.; HOBACK, W.W.; HIGLEY, L.G. Grasshopper injury to potato: consumption, effect on photosynthesis, and economic injury level. **Agronomy Journal**, 103: 1655-1660, 2011.

BERTOLIN, D. C. et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, 69: 339-347, 2010.

BOTTA, A. Enhancing plant tolerance to temperature stress with amino acids: an approach to their mode of action. **Acta Horticulturae**. 1009: 29-35, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 5, de 23 de Fevereiro de 2007. Disponível em < <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/> >. Acesso em: 14 de Dezembro de 2017.

BROWN, J.K. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. **Plant Protection Bulletin**. 42: 3-32.

BULGARI, R. et al. Biostimulants and crop responses: a review. **Biological Agriculture & Horticulture**, 31: 1-17, 2015.

BUTLER JR, G. D.; HENNEBERRY, T.; WILSON, F. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton: adult activity and cultivar oviposition preference. **Journal of Economic Entomology**, 79: 350–354, 1986.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, 383: 3-41, 2014.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. D. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, 12: 13–20, 1994.

COHEN, S. et al. A new *Bemisia tabaci* biotype in the southwestern united states and its role in silverleaf of squash and transmission of Lettuce infectious yellows virus. **Phytopathology**, 82: 86–90, 1992.

COLANTONI, A. et al. Analyzing the environmental impact of chemically-Produced protein hydrolysate from leather waste vs. enzymatically-produced Protein hydrolysate from legume grains. **Agriculture**, 7: 62, 2017.

COLLA, G., et al. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. **Frontiers in plant science**, 5: 1-6, 2014.

COLLA, G. et al. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, 196: 28-38, 2015.

Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). **Liberações comerciais**: Disponível em < <http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial/> > Acesso em: 14 de Dezembro de 2017.

COSTA, H. et al. Regional distribution, insecticide resistance, and reciprocal crosses between the A and B biotypes of *Bemisia tabaci*. **International Journal of Tropical Insect Science**, 14: 255–266, 1993.

Desarrollo Agrícola y Minero, S.A. (DAYMSA). **Productos**: Disponível em < <http://daymsa.com/producto/naturamin-wsp/> > Acesso em: 14 de Dezembro de 2017.

DE BARRO, P. J. et al. Isolation and characterization of microsatellite loci in *Bemisia tabaci*. **Molecular Ecology Resources**. 3: 40-43, 2003.

DE BARRO, P. J. et al. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, 56: 1–19, 2011.

DMYTRYK, A. et al. Innovative seed treatment with algae homogenate. **Waste and Biomass Valorization**, 6: 441-448, 2015.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, 196: 3-14, 2015.

DUFFUS, J. E. et al. Lettuce chlorosis virus - A new whitefly-transmitted closterovirus. **European Journal of Plant Pathology**, 102: 591–596, 1996.

ERTANI, A., et al. Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, 172: 237-244, 2009.

ERTANI, A.; NARDI, S.; ALTISSIMO, A. Long-term research activity on the biostimulant properties of natural origin compounds. In: I WORLD CONGRESS ON THE USE OF BIOSTIMULANTS IN AGRICULTURE. 1009., 2012. Barcelona, Spain. **Anais...** Barcelona: Acta horticulture, 2012. p. 181-187.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas., 2005. 186 p. especialização *latu sensu*. Universidade Federal de Lavras, 2005. 186 p.

FARIA, J. et al. Situação atual das geminiviroses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, 25: 125-137, 2000.

FARIA, J. C. et al. **Golden mosaic of common beans in Brazil: management with a transgenic approach**. Santo Antônio: Embrapa Arroz e Feijão, 2016. 14 p. (Embrapa Arroz e Feijão- Artigo em periódico indexado).

FERREIRA, L. A. et al. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, 29: 80–89, 2007.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 12: 175-204, 2000.

HADJISTYLLI, M. et al. Isolation and characterization of nine microsatellite loci from *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype B. **Journal of Insect Science**, 14: 148-151, 2014.

HAJI, F. N. P. et al. **Manejo da mosca-branca na cultura do tomate**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2005. 14 p. (Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica, 81).

HAJI, F. N. P. et al. **Avaliação de produtos para o controle da mosca branca (*Bemisia spp.*) na cultura do tomate (*lycopersicon esculentum mill.*)**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 1997. 6 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 84).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf> > Acessado em 14 de Dezembro. 2017

Instituto de economia agrícola (IEA). **Defensivos agrícolas: em 2014, faturamento do segmento foi o destaque**. < <http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php> >. Acessado em: 20 de Nov. 2017.

INOUE-NAGATA, A. K.; LIMA, M. F.; GILBERTSON, R. L. A review of geminivirus diseases in vegetables and other crops in Brazil: current status and approaches for management. **Horticultura Brasileira**, 34: 8-18, 2016.

JARZYNIAK, K. M.; JASIŃSKI, M. Membrane transporters and drought resistance—a complex issue. **Frontiers in Plant Science**, 5: 2014.

KAŁUŻEWICZ, A., et al. Effect of biostimulants on several physiological characteristics and chlorophyll content in broccoli under drought stress and re-watering. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, 45: 197-202, 2017.

KOŁODZIEJCZYK, I., et al. Exogenous melatonin improves corn (*Zea mays L.*) embryo proteome in seeds subjected to chilling stress. **Journal of Plant physiology**, 193: 47-56, 2016.

KOLOMAZNÍK, K. et al. Diffusion of biostimulants into plant tissues. **Heat and Mass Transfer**, 48: 1505-1512, 2012.

KUNICKI, E., et al. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea L.*). **Folia Horticulturae**, 22: 9-13, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima. 2000. 531 p.

LE MIRE, G. et al. Implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. **BASE**, 20: 299-313, 2016.

LIMBERGER, P. A.; GHELLER, J. A. Efeito da aplicação foliar de extrato de algas, aminoácidos e nutrientes via foliar na produtividade e qualidade de alface crespa. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 1: 148–161, 2012.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. **Bragantia**, 53: 53–59, 1994.

LUCINI, L. et al. The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. **Scientia Horticulturae**, 182: 124-133, 2015.

LUZIATELLI, F. et al. Effects of a protein hydrolysate-based biostimulant and two micronutrient based fertilizers on plant growth and epiphytic bacterial population of lettuce. In: II WORLD CONGRESS ON THE USE OF BIOSTIMULANTS IN AGRICULTURE, 1148., 2015. Florence: Italy. **Anais...** Florence, Acta Horticulturae, 2016. p. 43-48.

MACEDO, T. B. et al. Photosynthetic responses of soybean to soybean aphid (Homoptera: Aphididae) injury. **Journal of Economic Entomology**. 96: 188-193, 2003.

MARTIN, J.; MIFSUD, D.; RAPISARDA, C. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean basin. **Bulletin of Entomological Research**, 90: 407–448, 2000.

MATTSON JR, W. J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 11: 119-161, 1980.

MICHEREFF F. M.; LIMA, M. F. **Manejo da mosca-banca, de geminivírus e crinivírus na cultura da batata**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2016. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 113).

MÓGOR, Á. F. et al. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido l-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia agraria**, 9: 431-437, 2008.

MORENO-DELAFUENTE A. et al. A Plant Virus Manipulates the Behavior of Its Whitefly Vector to Enhance Its Transmission Efficiency and Spread. **Plos One**. 8, 2013.

MORO, M. S., et al. Deriva simulada de herbicidas utilizados em cana-de-açúcar em alface (*Lactuca sativa*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 25., 2013, São Paulo. **Resumos...**Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2013.

MOUND, L. A.; HALSEY, S. H. **Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data.** London: John Wiley and Sons, 1978. 340 p.

NARDI, S., et al. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, 73: 18-23, 2016.

NASCIMENTO, E. R.; YAMASHITA, O. M. Desenvolvimento inicial de olerícolas cultivadas em solos contaminados com resíduos de 2, 4-d+ picloram. **Semina: Ciências Agrárias**, 30: 47-54, 2009.

NORMAS para avaliação e para a indicação de herbicidas. In: ATA E RESUMOS DA V REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 5., 2011, Dourados, MS. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. CD-ROM.

OLIVEIRA, M.; HENNEBERRY, T.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. **Crop protection**, 20: 709–723, 2001.

PARRA, J. R. Insect **bioecology and nutrition for integrated pest management**. New York: CRC press, 2012. P. 13-49.

PARK, Y. L.; TOLLEFSON, J. J. Spatial prediction of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence in Iowa cornfields. **Journal of Economic Entomology**, 98: 121–128, 2005.

PETROZZA, A., et al. Physiological responses to Megafol® treatments in tomato plants under drought stress: a phenomic and molecular approach. **Scientia Horticulturae**, 174: 185-192, 2014.

POSMIK, M. M.; SZAFRANSKA, K. Biostimulators: a new trend towards solving and old problem. **Frontier in Plant Science**, 7, 2016.

PRICE, W. P. **Insect ecology**. 3° Ed. Arizona: John Wiley & Sons, 1997. 874 p.

RAMAPPA, H.; MUNIYAPPA, V.; COLVIN, J. The contribution of tomato and alternative host plants to tomato leaf curl virus inoculum pressure in different areas of south India. **Annals of Applied Biology**, 133: 187–198, 1998.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. P. 359.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Cadernos de Saúde Pública. **Cadernos de Saúde Pública**, 30: 1360-1362, 2014.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Ed. dos Autores, 2011. 697 p.

RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Journal of Sustainable Agriculture**, 1: 19–42, 1991.

SAS. **The SAS system**. Version 9.00. Cary: SAS Institute, 2002.

SCHREIBER, L. Polar paths of diffusion across plant cuticles: new evidence for an old hypothesis. **Annal of Botany**. 95: 1069-1073, 2005.

SERCILOTO, C. M.; CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. C. Mitigation of glyphosate side effects on non-target plants: use of different agrochemicals as protectants in common bean plants. **Ambiência**, 10: 615–623, 2014.

SHEHATA, S. M. et al. Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. **European Journal of Scientific Research**, 58: 257-265, 2011.

SUBBARAO, S. B.; HUSSAIN, I. A.; GANESH, P. T. Bio Stimulant activity of protein hydrolysate: influence on plant growth and yield. **Jornal of Plant Science Research**, 2: 125, 2015.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.
- TANAKA, M. T. et al. Influência de bioestimulantes orgânicos e uréia na absorção foliar de boro em couve-flor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 22: 1115–1118, 2008.
- TORRES, L. C., et al. Biology and non-preference for oviposition by *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) on cotton cultivars. **Neotropical entomology**, 36: 445-453, 2007.
- TORRES, J. B.; SILVA-TORRES, C. S. A. Interação entre inseticidas e umidade do solo no controle do pulgão e da mosca-branca em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43: 949–956, 2008.
- VAN OOSTEN, M. J. et al. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, 4: 5, 2017.
- VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil. Santo Antonio de Goiás**. Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.375-415
- VILLAS BÔAS, G. L.; **Manejo integrado de mosca-branca**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 6 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 30).
- YAKHIN, O. I. et al. Biostimulants in plant science: a global perspective. **Frontiers in Plant Science**, 7: 1-32, 2017.

YUNSHENG, Li et al. Effect of foliar spray of asparagine on growth, yield and quality of two snap bean varieties. **Agricultural and Biological Science Journal**, 1: 88-94, 2015.