



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

RODRIGO YUDI PALHACI MARUBAYASHI

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO, ADJUVANTES E  
ASSISTÊNCIA DE AR NO CONTROLE DE *EUSCHISTUS*  
*HEROS* EM SOJA**

---

Londrina  
2020

RODRIGO YUDI PALHACI MARUBAYASHI

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO, ADJUVANTES E  
ASSISTÊNCIA DE AR NO CONTROLE DE *EUSCHISTUS*  
*HEROS* EM SOJA**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós  
Graduação em Agronomia da Universidade Estadual  
de Londrina, como requisito parcial à obtenção do  
título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab  
Coorientador: Dr. Samuel Roggia

Londrina  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Marubayashi, Rodrigo Yudi Palhaci.

Pontas de pulverização, adjuvantes e assistência de ar no controle de *Euschistus heros* em soja / Rodrigo Yudi Palhaci Marubayashi. - Londrina, 2020.

130 f. : il.

Orientador: Otavio Jorge Grigoli Abi Saab.

Coorientador: Samuel Roggia.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Tecnologia de aplicação - Tese. 2. Glycine max - Tese. 3. Percevejo-marrom - Tese. 4. Engeo pleno - Tese. I. Abi Saab, Otavio Jorge Grigoli. II. Roggia, Samuel . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

RODRIGO YUDI PALHACI MARUBAYASHI

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO, ADJUVANTES E ASSISTÊNCIA DE  
AR NO CONTROLE DE *EUSCHISTUS HEROS* EM SOJA**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós  
Graduação em Agronomia da Universidade Estadual  
de Londrina, como requisito parcial à obtenção do  
título de Doutor em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Amarildo Pasini  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Guilherme Biz  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira  
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

---

Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira  
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Londrina, 28 de Fevereiro de 2020

**DEDICO**

Aos meus avós Massaro e Iokie Marubayashi

*(In memoriam)*

**OFEREÇO**

Aos meus pais Mário e Rosa, meu irmão

Rafael e a minha companheira Desirée

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais Mário Quiyoshi Marubayashi e Rosa Maria Palhaci Marubayashi e meu irmão Rafael Heiti Palhaci Marubayashi pelo amor e apoio incondicional.

À minha companheira Desirée Zago Sanchis, pelo amor, dedicação e por sempre acreditar no meu potencial.

Ao orientador Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab pela orientação, dedicação, paciência, conselhos e principalmente pela amizade.

Ao coorientador pesquisador Dr. Samuel Roggia pela orientação, apoio, disponibilidade e amizade.

Ao Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira pela amizade, conselhos, pelo incentivo em iniciar a pós-graduação e apoio durante sua realização.

Ao Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira pela amizade, receptibilidade, conselhos e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Guilherme Biz pela amizade, conselhos e ensinamentos.

Aos funcionários da Embrapa Soja Jovenil Silva, Antônio Pavão, Nivaldo, Elias, Vilma, Rubson Sibaldelli, Edson Oliveira, Laércio Fadelli e Claudinei Toledo e às estagiárias Layra Moreno e Rafaela de Almeida pela amizade, disponibilidade e pelo auxílio nos experimentos.

Ao Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos e Máquinas Agrícolas (NITEC), ao Núcleo de Estudos e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA), ao Instituto Dashen, especialmente na figura do Prof. Dr. Marco Antônio Gandolfo e a empresa Oro Agri, especialmente pelo Sr. Luis Cavalcante e Sr. Marlon Assunção.

Aos colegas da Universidade Estadual de Londrina, Eder Moraes, Lara Guanais, Katiaíres, Gabriel Shimizu, Osvaldo Matsuo, Gianne Stulzer, Jean de Paula, Walter Júnior, Rodrigo Hoshino, Gustavo Freiria, Guilherme Gomes, Mônica Omura, Gabriel Menn, Douglas Zeffa, Renata Koyama, Alex Figueiredo e os pós-doutorandos Adriana Pereira, Luiz Almeida e Tatiana Ueda pela amizade, companheirismo e cumplicidade.

Aos coordenadores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, Prof. Dr. Claudemir Zucareli e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Guimarães pela amizade, carinho e palavras de apoio.

Aos membros da banca de qualificação Prof. Dr. Amarildo Pasini e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Inês Cristina Batista Fonseca pela amizade e contribuições no trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja) pela oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

**MUITO OBRIGADO!**

**"A diferença de ganhar e perder, na maioria das vezes, é não desistir".**

(Walt Disney)

## BIOGRAFIA

Nascido em Bauru, município situado no centro-oeste do estado de São Paulo, no dia 16 de dezembro de 1987, filho de Mario Quiyoshi Marubayashi (Professor) e Rosa Maria Palhaci Marubayashi (Psicóloga), e irmão caçula de Rafael Heiti Palhaci Marubayashi (Bacharel em Direito). Foi criado no município de Porto Velho capital de Rondônia, onde cursou parte inicial do Ensino Fundamental no Instituto Laura Vicuña e concluiu o restante do Ensino Fundamental e o Ensino Médio no Colégio Dom Bosco, no ano de 2005.

Em 2006 mudou-se para o município de Marília, também situado no centro-oeste do estado de São Paulo, para morar com os avós paternos Massaro e Iokie Marubayashi e se preparar para o vestibular no Cursinho Pré-Vestibular do Colégio Objetivo.

O Ingresso no Ensino Superior aconteceu em 2008, no curso de Agronomia oferecido pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP - Bandeirantes), obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em agosto de 2013. Durante a graduação, foi Bolsista do Universidade Sem Fronteiras (USF), realizou o Trabalho de Conclusão do Curso (TCC) no laboratório de Solos, sob orientação do Prof. Dr. Guilherme Sachs.

Em março de 2014, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia pelo programa de Pós-Graduação em Agronomia da UENP - Bandeirantes, sob orientação do Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira, com bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Atuou nas áreas de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários e Agricultura de Precisão.

Em março de 2016, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, no Programa de Pós- Graduação em Agronomia, na Universidade Estadual de Londrina (UEL), sob orientação do Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab e coorientação do Dr. Samuel Roggia, com bolsa concedida pela CAPES.

Atuou nas áreas de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários, Estatística e Experimentação Agrícola. Realizou experimentos em parcerias com várias instituições públicas e privadas, como por exemplo, UENP - Bandeirantes, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA SOJA), Universidade Estadual Paulista Júlio (UNESP - Jaboticabal), Instituto Dashen e Oro Agri.

Em 2017, iniciou a especialização em Estatística com Ênfase em Pesquisa Quantitativa, no Centro de Ciências Exatas da UEL, sob orientação do Prof. Dr. Guilherme Biz. Atuou no projeto de acessoria a estatística, realizando o planejamento e análise de experimentos aplicados para as ciências agrárias, finalizou a pós em 2018 com a apresentação da Monografia.

MARUBAYASHI, Rodrigo Yudi Palhaci. **Pontas de pulverização, adjuvantes e assistência de ar no controle de *Euschistus heros* em soja**. 2020. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

## RESUMO

Em experimento à campo foi avaliado o efeito proporcionado em caldas inseticida de Engeo Pleno por adjuvantes, pontas de pulverização e sistema de assistência de ar no pulverizador, nos depósitos de pulverização em soja, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom. Desse modo, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 3 x 2, constituído por quatro caldas (Sem adjuvante, Oro-solve, Wetcit Gold e Orobor N1), três modelos de pontas de pulverização (AXI 11002, JFC 80015 e J3D 100015) e dois sistemas de pulverização (sem e com assistência de ar), totalizando 24 tratamentos e adição de uma testemunha sem aplicação. Para avaliação do depósito de pulverização, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom, as repetições foram constituídas, por 30 folhas de cada estrato do dossel da cultura da soja (inferior, mediano e superior) e oito batidas de pano, avaliados aos 0, 1, 3 e 6 dias após aplicação. A mortalidade do percevejo-marrom foi calculada através da equação de Henderson-Tilton. A avaliação do comportamento populacional do percevejo-marrom, foi considerado o modelo linear misto. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Ainda foi utilizada a análise multivariada, para detalhar e quantificar a importância de cada variável na variabilidade dos dados e interações entre as variáveis resposta. A adição de adjuvantes proporcionou maior mortalidade do percevejo-marrom na soja. Em laboratório foi avaliado a interação dos adjuvantes na calda inseticida de Engeo Pleno nas propriedades físico-químicas, estabilidade das caldas e mortalidade do percevejo-marrom. As variáveis físico-químicas avaliadas foram tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade, pH e condutividade elétrica. A estabilidade das caldas avaliou os possíveis efeitos das interações entre os produtos quanto a homogeneidade/heterogeneidade, sendo: floculação, sedimentação, separação de fases, suspensão de óleo, formação de grumos, formação de cristais, formação de creme e formação de espuma. As recomendações descritas nas avaliações dos tratamentos, obtendo-se assim as estatísticas descritivas. Os adultos de percevejo-marrom, foram coletadas a campo, nas coordenadas geográficas: S 23°11'17,0" e W 51°10'32,5", Datum WGS 84. Os bioensaios foram realizados com o auxílio de microaplicador, onde cada percevejo foi tratado na região pronotal, com 2  $\mu$ L de suspensão e a mortalidade foi avaliada após 72 horas. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos (água, sem adjuvante, Oro-solve, Wetcit Gold e Orobor N1). A mortalidade do inseto foi corrigida utilizando a fórmula de Schneider-Orelli. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Ainda foi utilizada a análise multivariada, para detalhar e quantificar a importância de cada variável na variabilidade dos dados e interações entre as variáveis resposta. O efeito dos adjuvantes nas características físico-químicas das caldas depende de sua composição química e da interação com o produto fitossanitário.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação. *Glycine max*. Percevejo-marrom. Engeo pleno. Controle químico.

MARUBAYASHI, Rodrigo Yudi Palhaci. **Spray nozzles, adjuvants and air assistance in the control *Euschistus heros* in soybeans**. 2020. 127 p. Thesis (Doctorate degree in Agronomy) - State University of Londrina, Londrina, 2020.

## ABSTRACT

In field experiment was evaluated the effect provided in Engeo Pleno insecticidal syrups by adjuvants, spray nozzles and air assistance system in the sprayer, in the spray deposits in soybeans, mortality and population behavior of the brown stink bug. Thus, a completely randomized design was used, in a 4 x 3 x 2 factorial scheme, consisting of four syrups (Without adjuvant, Oro-solve, Wetcit Gold and Orobor N1), three nozzle models (AXI 11002, JFC 80015 and J3D 100015) and two spray systems (without and with air assistance), totaling 24 treatments and addition of a control without application. In order to evaluate the spray deposit, mortality and population behavior of the brown stink bug, the repetitions consisted of 30 leaves from each stratum of the soybean canopy (lower, middle and upper) and eight strokes of cloth, evaluated at 0, 1, 3 and 6 days after application. Stink bug mortality was calculated using the Henderson-Tilton equation. The evaluation of the population behavior of the stink bug was considered the mixed linear model. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). Multivariate analysis was also used to detail and quantify the importance of each variable in the variability of data and interactions between response variables. The addition of adjuvants provided higher mortality of stink bugs in soy. In the laboratory was evaluated the interaction of adjuvants in Engeo Pleno's insecticidal syrup in the physicochemical properties, stability of the syrups and mortality of the brown stink bug. The physicochemical variables evaluated were surface tension, contact angle, viscosity, pH and electrical conductivity. The stability of the mixtures was evaluated for the possible effects of interactions between products in terms of homogeneity/heterogeneity, being: flocculation, sedimentation, phase separation, oil suspension, lump formation, crystal formation, cream formation and foam formation. The recommendations described in the treatment evaluations, thus obtaining descriptive statistics. The adult stink bugs were collected in the field, at the geographic coordinates: S 23 ° 11'17.0 "and W 51 ° 10'32.5", Datum WGS 84. The bioassays were performed with the aid of a microapplicator, where each bug was treated in the pronotal region, with 2 µL of suspension and mortality was assessed after 72 hours. A completely randomized design was used, consisting of five treatments (water, without adjuvant, Oro-solve, Wetcit Gold and Orobor N1). Insect mortality was corrected using the Schneider-Orelli formula. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). Multivariate analysis was also used to detail and quantify the importance of each variable in the variability of data and interactions between response variables. The effect of adjuvants on the physical-chemical characteristics of the mixtures depends on their chemical composition and the interaction with the phytosanitary product.

**Key Words:** Application technology. *Glycine max*. Brown stink bug. Engeo pleno. Chemical control.

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 5.1</b>	Equação de Henderson-Tilton.....	54
<b>Equação 6.1</b>	Equação de Schneider-Orelli.....	82

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 5.1</b>	Adjuvantes (A), pontas de pulverização (B) e pulverizador com assistência de ar (C) utilizados no experimento.....	51
<b>Figura 5.2</b>	Campo Experimental .....	52
<b>Figura 5.3</b>	Equipamento para determinação da área foliar.....	53
<b>Figura 5.4</b>	Amostragem do percevejo-marrom .....	54
<b>Figura 5.5</b>	Médias das Mortalidades do percevejo-marrom (%) obtidos da calda de pulverização .....	62
<b>Figura 5.6</b>	Análise de componentes principais através da dispersão dos tratamentos (A) e arranjo das variáveis (B).....	66
<b>Figura 6.1</b>	Adjuvantes utilizados no experimento.....	76
<b>Figura 6.2</b>	Equipamento para determinação da tensão superficial e ângulo de contato.....	77
<b>Figura 6.3</b>	Equipamento para determinação da viscosidade .....	78
<b>Figura 6.4</b>	Equipamentos para determinação do pH e da condutividade elétrica .....	78
<b>Figura 6.5</b>	Estabilidade das caldas de pulverização .....	80
<b>Figura 6.6</b>	Aplicação tópica em adultos de percevejo-marrom: Microaplicador (A) Dosador (B) Aplicação tópica (C) Frascos esterilizados e vagens como alimento após aplicação (D).....	81
<b>Figura 6.7</b>	Médias da tensão superficial (mN m <sup>-1</sup> ) e ângulo de contato (graus) obtidas das caldas de pulverização .....	84
<b>Figura 6.8</b>	Fotos da tensão superficial e ângulo de contato das caldas de pulverização .....	85
<b>Figura 6.9</b>	Médias da viscosidade (mPa s) obtidas das caldas de pulverização.....	86
<b>Figura 6.10</b>	Médias do pH obtidos das caldas de pulverização.....	87
<b>Figura 6.11</b>	Médias da condutividade elétrica obtidos das caldas de pulverização .....	88
<b>Figura 6.12</b>	Médias da mortalidade do percevejo-marrom (%) obtidos das caldas de pulverização .....	90
<b>Figura 6.13</b>	Análise de componentes principais através da dispersão das caldas de pulverização (A) e arranjo das variáveis (B) .....	92

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 5.1</b>	Descrição dos tratamentos .....	50
<b>Tabela 5.2</b>	Quadrados médios (QM) dos efeitos no depósito inferior (Dep inf), mediano (Dep med), superior (Dep sup) e mortalidade do percevejo-marrom (Mort) .....	56
<b>Tabela 5.3</b>	Médias dos depósitos inferiores (Dep inf ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )) obtidos (A) Interação calda e ponta (B) Interação ponta e assistência de ar.....	58
<b>Tabela 5.4</b>	Médias dos Depósitos medianos (Dep med ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )) obtidos da interação calda, ponta e assistência de ar.....	59
<b>Tabela 5.5</b>	Médias dos depósitos superiores (Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )) obtidos (A) Interação calda e ponta (B) Interação calda e assistência de ar (C) Interação ponta e assistência de ar .....	61
<b>Tabela 5.6</b>	Quadrados médios (QM) dos efeitos no comportamento populacional do percevejo-marrom após aplicação.....	63
<b>Tabela 5.7</b>	Médias do comportamento populacional do percevejo-marrom após aplicação obtidos (A) Interação calda e data (B) Interação ponta e data...	65
<b>Tabela 6.1</b>	Descrição dos tratamentos .....	75
<b>Tabela 6.2</b>	Quadrados médios (QM) dos efeitos na tensão superficial (Tensão), ângulo de contato (Ângulo), viscosidade (Viscos), pH (pH), condutividade elétrica (CE) e mortalidade do percevejo-marrom (Mort) .....	83
<b>Tabela 6.3</b>	Estabilidade das caldas de pulverização .....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS

UEL	Universidade Estadual de Londrina
DAE	Dias Após Emergência
DAA	Dias Após Aplicação
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
MIP	Manejo Integrado de Pragas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
UNESP	Universidade Estadual Paulista
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1	CULTURA DA SOJA.....	19
2.1.1	Classificação.....	19
2.1.2	Origem.....	19
2.1.3	Soja No Brasil .....	20
2.1.4	Importância Econômica.....	21
2.1.5	Principais Pragas Na Soja.....	23
2.1.6	Complexo De Percevejos .....	24
2.1.7	Percevejo-Marrom (Euschistus Heros) .....	25
2.1.8	Monitoramento Dos Percevejos .....	29
2.2	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS .....	31
2.2.1	Definição .....	31
2.2.2	Origem.....	31
2.2.3	Uso De Adjuvantes Nas Caldas De Pulverização Agrícola .....	32
2.2.4	Pontas De Pulverização Agrícola .....	35
2.2.5	Assistência De Ar Na Pulverização Agrícola.....	37
2.2.6	Parâmetros Avaliados Em Tecnologia De Aplicação .....	39
2.2.7	Características Físicas E Químicas Das Caldas De Pulverização .....	40
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	42
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	43
<b>5</b>	<b>ARTIGO A – DIFERENTES TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO NA DEPOSIÇÃO EM SOJA, MORTALIDADE E COMPORTAMENTO POPULACIONAL DO EUSCHISTUS HEROS</b> .....	44
5.1	RESUMO .....	44
5.2	ABSTRACT.....	45
5.3	INTRODUÇÃO.....	46
5.4	MATERIAL E MÉTODOS .....	48

5.4.1	Depósito De Pulverização .....	52
5.4.2	Mortalidade E Comportamento Populacional Do Percevejo-Marrom .....	53
5.4.3	Análise Estatística .....	55
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
5.6	CONCLUSÕES.....	67
5.7	REFERÊNCIAS .....	68
<b>6</b>	<b>ARTIGO B – USO DE ADJUVANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA CALDA E MORTALIDADE DO EUSCHISTUS HEROS.....</b>	<b>72</b>
6.1	RESUMO .....	72
6.2	ABSTRACT.....	73
6.3	INTRODUÇÃO.....	74
6.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	75
6.4.1	Tensão Superficial E Ângulo De Contato .....	76
6.4.2	Viscosidade .....	77
6.4.3	Ph E Condutividade Elétrica .....	78
6.4.4	Estabilidade Da Calda .....	79
6.4.5	Mortalidade De Percevejos Marrom .....	80
6.4.6	Análise Estatística .....	82
6.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
6.6	CONCLUSÕES.....	93
6.7	REFERÊNCIAS .....	94
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>97</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>112</b>
	APÊNDICE A Script R .....	112
	APÊNDICE B Script R (Mortalidade Do Percevejo-Marrom Campo).....	115
	APÊNDICE C Script R (Comportamento Populacional Do Percevejo- Marrom) .....	116
	APÊNDICE D Script R .....	118

APÊNDICE F	Script R (CI50).....	122
APÊNDICE G	Script R (Mortalidade Do Percevejo-Marrom Aplicação Tópica).....	123
APÊNDICE H	Script R (Depósito De Pulverização, Mortalidade E Comportamento Populacional Do Percevejo-Marrom) .....	124
APÊNDICE I	Script R (Tensão Superficial, Ângulo De Contato, Viscosidade, Ph, Condutividade Elétrica E Mortalidade Do Percevejo-Marrom Aplicação Tópica).....	126

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é a principal oleaginosa produzida no mundo, possuindo grande importância no mercado. Cultivada para a produção de grãos, rende vagens com uma a três sementes e possui altura variada conforme as circunstâncias do ambiente e do seu cultivar.

No Brasil, é cultivada na maioria da extensão nacional, mais de 56% da área dispondo em algumas regiões, como o Oeste do Paraná, prevalência nas médias de produtividade obtidas pela soja dos EUA. Contudo, o país ainda mantém o título de segundo maior produtor, perdendo apenas para as lavouras norte-americanas. A safra brasileira de 2018/2019 atingiu a marca de 115 milhões de toneladas.

A soja, assim como outras culturas, está sujeita ao ataque de insetos-praga desde a germinação até a colheita. Em termos gerais, na fase vegetativa a principal praga é a lagarta desfolhadora e na fase reprodutiva são os percevejos, especialmente os da família Pentatomidae. No Brasil, os percevejos mais abundantes nesta leguminosa são: *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). As populações destes pentatomídeos estão presentes em frequência e abundância variáveis dependendo da região e do ano, com predominância de uma ou outra espécie, dependendo das condições climáticas e da cultivar semeada.

Por se alimentarem diretamente dos grãos, os percevejos são responsáveis por perdas significativas de produção, qualidade e potencial germinativo da semente, além de dificultarem a colheita mecanizada. O monitoramento adequado para identificar a presença de percevejos na lavoura é extremamente importante para que medidas adequadas sejam implantadas para o rápido controle populacional. O método adequado para a amostragem de insetos é conhecido como pano de batida. Assim, deve-se iniciar o controle quando observada uma média igual ou superior a dois percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5 cm, por metro, e um percevejo para o caso de campos de produção de sementes.

Dentre os métodos de controle, o uso de inseticidas químicos é a tática mais utilizada para o manejo de artrópodes praga quando a densidade populacional se aproxima do nível de dano econômico, principalmente devido à sua rápida ação. No entanto, um dos desafios no controle químico, está o aumento da penetração e deposição de gotículas de pulverização na porção inferior das plantas, região na qual o percevejo possui maior preferência. Neste sentido,

a tecnologia de aplicação pode ser definida como um conjunto de conhecimentos que integram informações sobre produtos fitossanitários, formulações, adjuvantes, pulverização, alvos, recursos humanos, tecnologia de informação e ambiente, visando uma aplicação correta, segura e responsável, sempre respeitando as boas práticas agrícolas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTURA DA SOJA

#### 2.1.1 Classificação

A soja cultivada comercialmente [*Glycine max* (L) Merrill] (2n= 40) é uma planta herbácea, autógama, cuja composição taxonômica se insere na divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, sub-classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* (NCBI, 2017).

#### 2.1.2 Origem

O centro de origem da soja é o norte da China, que apresentava plantas selvagens com uma arquitetura que difere significativamente da soja cultivada atualmente. As plantas rasteiras se desenvolviam ao longo de rios e lagos chineses. O seu processo de domesticação ocorreu no século XI a.c., a partir de cruzamentos realizados por cientistas chineses, entre duas espécies selvagens (SEDYIAMA, 2009).

De acordo com os registros históricos, a soja ficou restrita à China por muito tempo e só no século III d.C. foi difundida para a Coreia, Japão e países do sudeste da Ásia. Estudos de diversidade genética realizados entre *G. max* e seu ancestral selvagem, *G. soja*, demonstram que a soja cultivada comercialmente apresenta uma estreita base genética, resultante do seu processo de domesticação (STUPAR, 2010; LI *et al.*, 2010; JOSHI *et al.*, 2013; HU *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2016).

Apesar das diferenças fenotípicas entre as espécies é possível obter híbridos férteis, a partir do cruzamento entre elas. Dessa forma, *G. soja* torna-se uma fonte promissora de genes e alelos, que podem ter sido perdidos durante o processo de domesticação, contribuindo para o processo de melhoramento da soja (HU *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2016; LU *et al.*, 2017).

A utilização da soja como alimento data de mais de 5.000 anos, quando o imperador chinês Shen-nung, considerado o “pai” da agricultura chinesa, iniciou o cultivo de grãos como alternativa ao abate de animais (APROSOJA, 2016). Além de muito utilizada na

alimentação para a produção de tofu, leite de soja, queijo, pão e óleo, era utilizada como moeda, na troca por outras mercadorias. A sua introdução no Ocidente ocorreu no período das grandes navegações europeias, entre o final do século XV e início do século XVI, sendo utilizada inicialmente como forrageira.

No entanto, seu alto teor de óleo e proteína fez com que o grão fosse rapidamente valorizado, aumentando sua produção e tornando-se um item de comércio exterior de destaque no final da Primeira Guerra Mundial, em 1919. Foi então, em 1941, que a área ocupada para o cultivo de grãos superou a área para uso como forragem. A utilização da soja como forragem praticamente se extinguiu em meados dos anos 60, enquanto a produção de grãos crescia de forma exponencial (EMBRAPA, 2003).

### 2.1.3 Soja no Brasil

O primeiro registro da soja no Brasil é de 1882, na Bahia, quando o Professor Gustavo Dutra conduziu os primeiros estudos de avaliação de cultivares introduzidas dos Estados Unidos, na Escola de Agronomia da Bahia (EMBRAPA, 2003).

Inicialmente, não houve uma boa adaptação da soja às condições locais, pois, além das exigências hídricas e térmicas, a soja é sensível ao fotoperíodo, sendo considerada uma planta de dias curtos, o que inicialmente limitou a sua ampla difusão por todo o país (SEDYIAMA, 2009).

Novas tentativas de cultivo foram realizadas, em 1891, no Instituto Agrônomo de Campinas, no estado de São Paulo, onde houve maior sucesso no seu desenvolvimento. No ano de 1900, a soja foi introduzida no Rio Grande do Sul (RS). Como os primeiros materiais de soja introduzidos no Brasil eram provenientes dos Estados Unidos, houve uma maior adaptação da planta devido à semelhança de latitude e das condições climáticas predominantes nas duas regiões. Foi então que, em 1914, registrou-se o primeiro plantio de soja no Brasil, no município de Santa Rosa, no RS. A soja consolidou-se como a principal cultura do agronegócio brasileiro somente em meados da década de 70, devido, principalmente, ao aumento da demanda mundial do produto e, também, ao incremento de novas tecnologias no processo de produção, proporcionando o aumento da produtividade nos cultivos (MISSÃO, 2006).

No entanto, apesar das novas cultivares mais adaptadas, o cultivo da soja ainda se limitava à região sul do Brasil, onde prevalecia o cultivo do trigo no inverno e da soja

no verão. Na época, houve um grande avanço de produção de 1,5 milhões de toneladas, em 1970, para 15 milhões de toneladas, em 1979. Esse rápido aumento ocorreu tanto pelo aumento da área plantada, que passou de 1,3 para 8,8 milhões de hectares, mas também pelo expressivo incremento de produtividade (1.140 para 1.730 kg ha<sup>-1</sup>). Foi então que a FT-Cristalina, uma das primeiras cultivares lançadas pela FT PESQUISA & SEMENTES, constituiu-se em um dos principais pilares para tornar economicamente viável a produção de soja no Cerrado brasileiro, entre o final da década de 70 e o início da década de 90 (MELO, 2015).

Essa cultivar teve grande importância para os produtores e para a agricultura brasileira, sendo denominada, na época, de “Rainha do Cerrado”, pois chegou a constituir 95% da área cultivada com soja na região do Cerrado, entre o final da década de 70 e início da década de 80. Além disso, teve significativa contribuição para o incremento da produtividade brasileira, alcançando a produtividade inédita de 4.780 kg ha<sup>-1</sup>, no ano agrícola 1978/79, em experimentos na Fazenda Vereda, em Cristalina, conforme dados do Centro de Pesquisa Agropecuária da Embrapa Cerrados, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura e Abastecimento (MOLLER, 2017).

A soja foi, então, se expandindo para toda a região Centro-Oeste e, mais recentemente, para a Região Norte e Nordeste do Brasil. O uso de alta tecnologia de produção contribuiu para essa expansão da indústria da soja no país. Atualmente, o estado com maior produção é o Mato Grosso, com 28% da produção total do país, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul, com 17,6 e 17%, respectivamente (CONAB, 2018).

#### 2.1.4 Importância econômica

Atualmente, a soja é uma das culturas de maior importância econômica do mundo. Tornou-se uma commodity e é comercializada em larga escala na forma de grão, farelo e óleo. Sua utilização na indústria é bastante diversificada, sendo a matéria-prima em processos de produção nas indústrias de cosméticos, farmacêuticas, veterinárias, de vernizes de tintas e de plásticos, adesivos, adubos, entre outras. No entanto, é utilizada com maior destaque na indústria alimentícia, tanto humana quanto animal, devido ao seu alto teor de proteínas. No Brasil, 80% do farelo de soja é destinado à fabricação de ração animal, que também é composta por farelo de milho (APROSOJA, 2016).

Já no caso da alimentação humana, o seu uso tem sido crescente e está associado aos benefícios propiciados à saúde como a redução de doenças cardiovasculares e

derrame cerebral, além de ser considerada como uma ótima aliada ao antienvhecimento por ser rica em antioxidantes. Além disso, nos últimos anos, diversos produtos alimentícios à base de soja têm sido desenvolvidos, considerando o crescente número de casos de intolerância à proteína do leite. O alto teor de óleo presente no grão faz com que grande parte da produção seja destinada à fabricação de biocombustível, o combustível renovável que contribui para a redução da emissão de gases poluentes no meio ambiente. Os dois principais biocombustíveis líquidos utilizados no Brasil são o etanol, obtido a partir da cana-de-açúcar, e o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis. A soja possui um papel relevante neste cenário, sendo responsável por mais de 82% da produção de biodiesel no Brasil (APROBIO, 2016).

O Brasil foi pioneiro no uso de biocombustíveis e ocupa uma posição de destaque na substituição do petróleo por fontes renováveis de energia. De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos no Brasil já são renováveis, enquanto no restante do mundo 86% da energia ainda é dependente de fontes energéticas não renováveis (ANP, 2019).

Estima-se que, em média, cada dez hectares de soja gerem um emprego direto e um indireto, na cadeia e nos serviços associados. Considerando que a soja ocupasse cerca de 27,5 milhões de hectares no Brasil, o total de empregos gerados seria de 5,5 milhões e o setor participaria com pelo menos 16% dos mais de 40% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro gerado pela agroindústria (COSTA, 2017).

A soja é responsável por boa parte do PIB brasileiro (COSTA; SANTANA, 2018), que encerrou 2018 com um crescimento de 2,3% em relação a 2017, em valores correntes totalizou R\$ 4.838,00 bilhões. Na agropecuária, várias culturas de destaque apresentaram ganhos em produção e produtividade, sendo a soja responsável por 24,3% desses ganhos (FEISTEL; HIDALGO; ZUCHETTO, 2015).

A produção mundial de soja na safra 2017-18 foi de 336,7 milhões de toneladas (USDA, 2018). Os três maiores produtores são os Estados Unidos, o Brasil e a Argentina, que, juntos, representam 81,83% da produção mundial. Os Estados Unidos, maior produtor mundial de soja, atingiu produção de 119,52 milhões de toneladas na safra 2017-18, com estimativa de produção de 116,48 milhões de toneladas para a safra 2018-19 (USDA, 2018). O Brasil, segundo maior produtor, produziu 117 milhões de toneladas na safra 2017-18, e a estimativa para a safra 2018-19 é manter-se a produção em relação à safra anterior (CONAB, 2018).

A área plantada com soja na safra brasileira de 2017-18, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), foi de 33,9 milhões de hectares, mas estima-se que haverá um crescimento de quase 4%, passando para 36,90 milhões de hectares na safra 2018/2019. A soja é a cultura agrícola brasileira que mais se expandiu nas últimas três décadas, representando, atualmente, 49% da área plantada em grãos do país (CONAB, 2018).

O Brasil é autossuficiente na produção de soja para o mercado interno e o excedente movimentado cerca de 28 bilhões de dólares por ano (SECEX, 2017). A soja tem grande peso na balança comercial, contribuindo com quase 16% das exportações totais do país (SECEX, 2017). A maior parte da soja brasileira exportada é adquirida pela China, que, em 2016, representou 59% das exportações do complexo soja do Brasil, seguida da União Europeia com 19% (SECEX, 2017). No entanto, considerando apenas a soja exportada como grão, farelo ou óleo, os maiores consumidores da soja brasileira exportada são China (75%), União Europeia (55 %) e Ásia (excluindo-se a China) (54 %), respectivamente. Atualmente, o Brasil é o segundo maior exportador do complexo soja, permanecendo atrás apenas dos Estados Unidos.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em 2025, o Brasil deve alcançar o posto de maior exportador de soja, considerando a constante desvalorização do real, o que torna as exportações brasileiras mais competitivas (FAO, 2017).

#### 2.1.5 Principais pragas na soja

A cultura da soja está sujeita ao ataque de insetos-praga desde a germinação até a colheita. Logo após a germinação, a partir do início do estágio vegetativo, vários insetos como o bicudo-da-soja (*Sternechus subsignatus*), a lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), os corós (*Scarabaeoidea*) e os percevejos-castanhos-da-raiz (*Scaptocoris castanea* e *Atarsocoris brachiariae*) danificam a cultura. Mais adiante, a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) e vários outros desfolhadores atacam as plantas, ocorrendo em maior número durante as fases vegetativa e de floração (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000).

No ano agrícola de 2012/2013 a *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) ganhou importância como uma nova praga. A primeira notificação ocorreu nos Estados de Goiás, na cultura da soja; Bahia, em tiguera (germinação espontânea de sementes remanescentes) de soja; e Mato Grosso, na cultura do algodoeiro (CZEPAK *et al.*,

2013). Nesta safra em função das irregularidades climáticas (baixo índice pluviométrico e má distribuição das chuvas), aliadas ao manejo inadequado das culturas implantadas no cerrado, houve um aumento considerável da *H. armigera* nas áreas de cultivo, o que culminou com a elevação dos custos com a utilização de inseticidas estimados em US\$ 150 ha<sup>-1</sup> (ADAB, 2013).

Com o início da fase reprodutiva, surgem os percevejos sugadores de vagens e sementes (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*), dentre outras espécies, que causam danos desde a formação das vagens até o final do período de granação. A soja pode, também, ser atacada por outras espécies de insetos, consideradas pragas esporádicas, cujos aumentos populacionais são determinados por alterações climáticas, ou outros fatores, como, por exemplo, os sistemas de produção específicos de cada região (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000).

Dentre os insetos-praga, os percevejos sugadores de sementes são considerados, em vários países, como de maior importância, pelos danos que causam na cultura (GODOI; PINHEIRO, 2009; GUEDES *et al.*, 2012).

#### 2.1.6 Complexo de percevejos

O aumento da área de produção de soja ao longo dos anos foi acompanhado por um crescente incremento no número de pragas que atacam a cultura. Dentre tais pragas, que correspondem a diferentes grupos de insetos, os percevejos fitófagos representam um dos grupos de maior relevância para a cultura, pois podem comprometer o rendimento, a qualidade e a sanidade dos grãos (BRIER; ROGERS, 1991; PANIZZI *et al.* 2000; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002).

Os percevejos são insetos sugadores e pertencem à família Pentatomidae. No Brasil, destaca-se um complexo de espécies, reconhecidos em ordem decrescente de importância econômica e de ocorrência nos últimos anos: o percevejo-marrom [*Euschistus heros* (F.)], o percevejo-verde-pequeno [*Piezodorus guildinii* (West.)], o percevejo-verde [*Nezara viridula* (L.)], e os percevejos-barriga-verde [*Dichelops* spp.]. Embora as espécies *Chinavia* sp. e *Edessa meditabunda* tenham aumentado consideravelmente sua ocorrência nas lavouras de soja, ainda são consideradas de menor expressão (PANIZZI; SLANSKY JÚNIOR, 1985; CORRÊA-FERREIRA; KRZYŻANOWSKI; MINAMI, 2009; PANIZZI *et al.*, 2012; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012).

A variação populacional e predominância das espécies de percevejos observadas em regiões e safras distintas estão diretamente relacionadas com a cultivar semeada, com o período de semeadura e com as condições climáticas locais (CIVIDANES; PARRA, 1994; MAGRINI *et al.*, 1996). Além disso, os danos ocasionados são influenciados pela densidade populacional das espécies, pela fase em que a cultura se encontra e pelo período (número de dias) em que os insetos permanecem se alimentando dos grãos (CIVIDANES; PARRA, 1994; CORRÊA-FERREIRA; PERES, 2003).

### 2.1.7 Percevejo-marrom (*Euschistus heros*)

A espécie *E. heros* tem apresentado maior dispersão e frequência em relação às demais espécies de percevejos na maioria das regiões produtoras de soja do Brasil (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009; PANIZZI *et al.*, 2012; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012). Além disso, *E. heros* também tem se destacado como uma praga de relevância econômica em regiões produtoras de soja da Argentina (SALUSO; XAVIER; PANIZZI, 2011). O rápido aumento da ocorrência dessa espécie de percevejo, no país, provavelmente está associado à uma melhor adaptação às regiões de temperaturas mais elevadas (PANIZZI; SLANSKY JÚNIOR, 1985; CIVIDANES; PARRA, 1994).

Registros da safra de soja de 2001/2002, em Balsas, no Maranhão (MA), indicaram que 89% dos pentatomídeos coletados a campo pertenciam à espécie *E. heros* (PANIZZI, 2002). Na safra 2007/2008, em Londrina, no Paraná (PR), a espécie foi representada por 84% do total de percevejos coletados (CORRÊA-FERREIRA *et al.*, 2010).

O percevejo-marrom é nativo da América Tropical e está bem adaptado às regiões mais quentes, sendo mais abundante do norte do Paraná, ao norte e nordeste do Brasil. Essa espécie produz três gerações durante o ciclo da soja, sendo mais abundante nas lavouras no período de novembro a abril. Durante o verão, também pode ser observado se alimentando da erva-daninha conhecida como amendoim-bravo ou leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) e, posteriormente, o inseto pode migrar para plantas hospedeiras como o carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC), girassol (*Helianthus annuus* L.) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Nessa última espécie, o inseto completa a quarta geração antes de entrar em diapausa, permanecendo sem se alimentar sob restos de culturas e folhas mortas, o que garante sua sobrevivência até a próxima safra (PANIZZI; NIVA, 1994; PANIZZI, 1997; CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

O uso abusivo e errôneo de agrotóxicos no final do ciclo da soja tem ocasionado um aumento populacional de *E. heros* (CORRÊA-FERREIRA *et al.*, 2010), que tem migrado para lavouras de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), no Mato Grosso do Sul (MS). Essa migração ocorre principalmente em áreas com algodão Bt (resistentes a lagartas), o que pode ser explicado pela redução na quantidade de agrotóxicos utilizados para controle das pragas do algodoeiro (SORIA; DEGRANDE; PANIZZI, 2010).

Frequentemente, o percevejo-marrom também tem sido relatado na cultura do milho (*Zea mays* L.) causando injúrias de diferentes intensidades em plântulas e em espigas (Roza-Gomes, 2010). No restante dos meses, de maio a outubro, essa espécie entra em estágio de dormência e permanece sob folhas mortas no solo, o que aumenta sua chance de sobrevivência e abundância até a safra seguinte (PANIZZI; NIVA, 1994).

Comparando-se sementes maduras atacadas por percevejos das espécies *E. meditabunda* e *E. heros*, esses últimos ocasionaram danos mais profundos nas sementes, além das mesmas apresentarem tamanho reduzido (SILVA *et al.*, 2012).

O ciclo de vida dos percevejos é o mesmo, independente da espécie, com variação interespecífica para o número de dias de cada fase. O ciclo inicia-se com a fase de ovo, seguida por cinco estádios (ínstares) de ninfas, e finaliza-se com a fase adulta (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

A espécie *E. heros* é a que apresenta o menor período de desenvolvimento das ninfas e também a maior longevidade dos adultos, com média de 117 dias, em comparação com *P. guildinii*, com 54 dias, e *N. viridula*, com 53 dias. A fecundidade média das espécies é de 120 ovos/fêmea para *P. guildinii*, 150 para *N. viridula* e 170 para *E. heros*, com diminuição da postura à medida que as fêmeas envelhecem, parâmetro este influenciado pela dieta alimentar e temperatura. Estudos demonstram que a intensidade dos danos ocasionados por percevejos depende da espécie, da densidade populacional, do estágio de desenvolvimento das plantas, da suscetibilidade dos genótipos de soja e da época de semeadura (PANIZZI *et al.*, 1979; SCHUMANN; TODD, 1982; VILLAS-BÔAS *et al.*, 1990; SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; CORRÊA-FERREIRA, 2010; DEPIERI; PANIZZI, 2011).

No entanto, os danos ocasionados às sementes por insetos sugadores são semelhantes e irreversíveis (GAZZONI, 1998; GAZZONI; MOSCARDI, 1998). Os danos são ocasionados devido ao comportamento alimentar desses pentatomídeos fitófagos, que inserem

o estilete nas vagens e injetam a saliva que contém enzimas digestivas para sugarem o conteúdo liquefeito das mesmas (PANIZZI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012).

O ataque das ninfas de 3<sup>o</sup> a 5<sup>o</sup> ínstars e de percevejos adultos durante a fase de formação de grãos pode resultar em aborto dos grãos ou até mesmo das vagens (PANIZZI; SLANSKY JÚNIOR, 1985; VILLAS-BÔAS *et al.*, 1990; BRIER; ROGERS, 1991; GAZZONI, 1998; PANIZZI *et al.*, 2000; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002). Já no período de enchimento dos grãos, o ataque dos percevejos pode ocasionar enrugamento, deformações, aparecimento de manchas escuras e áreas esbranquiçadas, reduções no rendimento e na qualidade das sementes (viabilidade e vigor) (SILVA; RUEDELL, 1983; VILLAS-BÔAS *et al.*, 1990; GAZZONI; MOSCARDI, 1998).

Em ataques mais intensos, além de ocorrerem perdas na germinação e vigor da semente, ocorrem alterações nos teores de óleo e proteínas, comprometendo a qualidade e o valor final dos grãos e sementes (RAMIRO; MASSARIOL, 1977; VILLAS-BÔAS *et al.*, 1990; GALLO *et al.*, 2002).

Muitas vezes, é possível observar em áreas onde há infestação de percevejos a presença de plantas com hastes verdes e alta retenção foliar, o que dificulta a colheita mecânica (LUSTOSA *et al.*, 1999). Tal fenômeno ocorre devido ao processo de alimentação dos percevejos que, ao injetarem toxinas e se alimentarem do conteúdo dos grãos, ocasionam a queda das vagens, o que impede a formação de hormônios de senescência das folhas e atrasa a maturidade da planta (SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995).

Além dos danos diretos, esses insetos também são responsáveis pela transmissão de doenças durante a alimentação. A introdução do aparelho bucal, em forma de estilete, nas sementes facilita a entrada de organismos patogênicos, como é o caso da levedura *Eremothecium coryli*, causadora da mancha-fermento, que ocasiona a deterioração das sementes (GAZZONI, 1998; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002).

Os danos ocasionados por esses insetos-praga reduzem a remuneração do produtor e, também, aumentam o custo para o processamento da soja. Ao introduzir seu aparelho bucal no tegumento, o percevejo provoca uma ruptura dos tecidos que facilita a entrada de água e microrganismos que irão causar problemas futuramente na armazenagem desses grãos (RUSSIN *et al.*, 1988).

Além disso, o grão atacado pelo percevejo apresenta uma maior incidência de *Fusarium spp.*, bactérias e outros microrganismos que aceleram o processo de fermentação durante o beneficiamento e armazenamento dos grãos nos armazéns (RUSSIN *et al.*, 1988;

QUIRINO, 2012). Esse grão fermentado gera um custo maior à indústria, pois exige um tratamento para reduzir a acidez e clarear o óleo obtido dele. Uma preocupação constante entre os produtores de soja tem sido o custo adicional gerado pelo ataque por percevejos que não tem sido contabilizado.

Quando o percevejo se alimenta do grão que está no estágio R6, o grão vai apresentar manchas ou puncturas características desse ataque. No entanto, quando o ataque dos percevejos ocorre no estágio de formação inicial do grão (R5.1 a R5.3), ocorre o abortamento, que é caracterizado como grão chocho, e as vagens apresentam-se planas, sem enchimento de grãos. Portanto, durante a colheita, essas vagens são descartadas na colhedora juntamente com a casca das vagens debulhadas e não são contabilizadas como uma perda de produção gerada pelos percevejos. Estudos demonstram que as perdas no rendimento da cultura devido ao ataque por percevejos são superiores a 30%, e o comprometimento no valor germinativo das sementes pode ser superior a 50% (DEGRANDE; VIVAN, 2009; SORIA; DEGRANDE; PANIZZI, 2010).

Um estudo comparativo da infestação das espécies de percevejos *P. guildinii*, *N. viridula*, *D. melacanthus* e *E. heros*, nos diferentes estágios de desenvolvimento dos grãos (R5 a R7), demonstrou que as plantas infestadas no estágio R5 são as que apresentam os danos com maior intensidade, enquanto que plantas infestadas na maturação fisiológica R7 apresentam sementes de qualidade semelhante às plantas testemunhas, sem infestação por percevejos (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

Além disso, destaca-se que o local da lesão é mais relevante do que o número de picadas, pois uma picada sobre o hipocótilo inviabiliza a germinação, enquanto várias lesões nos cotilédones reduzem o vigor, a sanidade e a emergência, porém não prejudicam a germinação (JENSEN; NEWSOM, 1972; TRUMPER; EDELSTEIN, 2008).

Apesar da infestação de percevejos iniciar-se geralmente no final do período vegetativo (Vn) ou logo após a floração (R1 e R2), o período crítico da infestação e os maiores prejuízos à cultura são ocasionados durante o período inicial de desenvolvimento das vagens (R3) até o final do enchimento dos grãos (R6), quando os percevejos atingem o pico populacional máximo (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

No período da maturação fisiológica da soja (R7), o nível populacional dos percevejos já tende a decrescer. Durante a fase de colheita dos grãos (R8), os percevejos remanescentes tendem a migrar para lavouras mais tardias e, posteriormente, para plantas hospedeiras alternativas, no caso do *N. viridula* e *P. guildinii*, e para os nichos de diapausa, no

caso do *E. heros*. Portanto, o cultivo de entressafra, bem como as plantas hospedeiras próximas à lavoura contribuem para a sobrevivência e permanência das espécies de percevejos e influenciam a densidade de insetos colonizantes no início do próximo ciclo (PANIZZI; SLANSKY JÚNIOR, 1985).

Em comparação aos insetos desfolhadores, os percevejos são considerados uma praga silenciosa, pois os danos são contabilizados somente na colheita e pós-colheita, o que muitas vezes dificulta o seu controle mais rigoroso. O alto custo de inseticidas e o seu uso em conjunto com fungicidas, em uma mesma aplicação, também fazem com que o produtor reduza o número de aplicações e aumente o intervalo entre elas, favorecendo a multiplicação das populações de percevejos.

As despesas associadas ao controle químico dos percevejos são consideradas elevadas no custo total de produção da cultura. Comparando-se as safras 2009/2010 e 2014/2015, houve um aumento significativo de 6,04% para 13,8% do custo total de produção associado às despesas com inseticidas, para o controle de percevejos na cultura da soja (LANTMANN, 2014).

A cada safra, os danos ocasionados por esses insetos têm se tornando mais frequentes, considerando o elevado número de espécimes presentes na lavoura, falta de um monitoramento adequado das pragas e, também, pelo surgimento de populações de insetos resistentes (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

Outros agravantes dessa situação envolvem a tecnologia de aplicação, em que o alvo muitas vezes não é atingido. Como o método de controle dos percevejos mais utilizado é o controle químico, pela pulverização de inseticidas, a escolha do produto e da tecnologia de aplicação devem ser criteriosas, uma vez que a eficiência biológica da pulverização é dependente desses dois fatores (FIORIN *et al.*, 2011).

#### 2.1.8 Monitoramento dos percevejos

O monitoramento adequado para identificar a presença de percevejos na lavoura é extremamente importante para que medidas adequadas sejam implantadas para o rápido controle populacional deste inseto-praga. O método adequado para a amostragem de insetos é conhecido como pano de batida, em que um pano branco é preso em duas varas, com um metro de comprimento, e estendido entre duas fileiras de soja (EMBRAPA, 2011).

As plantas compreendidas pela área do pano são então sacudidas vigorosamente sobre ele para que ocorra a identificação e contagem das pragas ali presentes. Esse procedimento é realizado em diversos pontos aleatórios para realizar uma amostragem da área, preferencialmente nas primeiras horas da manhã ou no final da tarde, que é o período de menor atividade dos insetos, para permitir uma contagem mais eficaz. As amostragens devem ser iniciadas no período de formação das vagens até a maturação fisiológica das plantas, período que apresenta maior abundância de insetos na lavoura.

Deve-se iniciar a amostragem pelas bordaduras, onde geralmente os percevejos iniciam o ataque. Para uma lavoura de até 10 hectares (ha), recomenda-se realizar, no mínimo, seis amostragens; para 30 ha, o mínimo aconselhado é de oito amostragens; até 100 ha, com um mínimo de 10 amostragens. No caso de propriedades maiores, recomenda-se a divisão em talhões de 100 ha (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000).

Até recentemente, o nível de controle recomendado era de quatro percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5 cm, observados na média das amostragens pelo pano de batida, e dois percevejos por amostragem no caso de campos de produção de sementes (VILLAS-BÔAS *et al.* 1990).

Considerando o aumento populacional desses insetos nas últimas safras, estabeleceu-se um novo nível de ação para os percevejos da soja, durante a Reunião da Comissão de Soja em 2007. Assim, deve-se iniciar o controle quando observada uma média igual ou superior a dois percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5 cm, por metro, e um percevejo para o caso de campos de produção de sementes (EMBRAPA, 2011; BUENO *et al.*, 2012).

## 2.2 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

### 2.2.1 Definição

A tecnologia de aplicação pode ser definida como o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990).

### 2.2.2 Origem

Segundo Magdalena *et al.* (2010), fontes como o Livro Egípcio dos Mortos e o Antigo Testamento citam que compostos a base de enxofre eram usados pelos sumérios no controle de ácaros e insetos. O mesmo autor cita também o uso pelos chineses de inseticidas botânicos a base de arsênicos e mercúrio com data de 1200 anos a.C. Vale citar que pelas condições rudimentares da época e da falta de conhecimentos por parte da população, tais compostos eram aplicados sem nenhum auxílio ou tecnologia e sem recomendações exatas, sendo feitos a mão e na maioria das vezes sem auxílio de tração animal.

O primeiro relato de um instrumento construído para aplicação de produtos fitossanitários foi uma ponta, conhecida como ponta de Riley, e data-se do ano de 1888 (MAGDALENA *et al.*, 2010). No Brasil, tais relatos direcionam para uma máquina de matar formigas, onde sua composição química era arsênica ou enxofre aquecidos por brasas e depois insuflados para dentro de formigueiros (KISSMANN, 2001).

O avanço tecnológico das máquinas possui marcos históricos com picos de estudos e desenvolvimento buscando maior eficiência, como a revolução industrial em meados do século 18, em que os agricultores começaram a se interessar pelo aumento da produção e da qualidade do alimento produzido, o êxodo rural, que diminuiu a mão-de-obra nas áreas rurais (CHAIM, 1999); a Segunda Guerra Mundial, em meados dos anos 40, quando o pesticida DDT foi usado e aplicado indiscriminadamente por aviões adaptados no controle da malária, da tifo e de piolhos dos combatentes da guerra (KISSMANN, 2001); e a Guerra do Vietnã em meados dos anos 50, em que o agente laranja (mistura dos herbicidas 2,4-D e 2,4,5-T), foi pulverizado por aeronaves norte americanas nas florestas do Vietnã com o objetivo de dizimar a produção de alimentos e desfolhar as florestas vietnamitas, deixando os inimigos expostos.

Com o avanço tecnológico e o aumento da população mundial, formas mais eficientes de proteção das culturas fornecedoras de alimentos passaram a surgir desenfreadamente, como empresas produtoras de produtos fitossanitários e também de equipamentos pulverizadores. Kissmann (2001) cita que o aprimoramento da eficiência de produtos fitossanitários e de máquinas de bom desempenho fez do Brasil uma referência agrícola em nível mundial.

### 2.2.3 Uso De Adjuvantes Nas Caldas De Pulverização Agrícola

Os adjuvantes são produtos que adicionados aos agroquímicos aumentam o desempenho da solução (STICKER, 1992). Uma definição mais recente define os adjuvantes como materiais adicionados ao tanque de mistura com o objetivo de modificar a ação química e as propriedades físicas da calda (HAZEN, 2000).

A formulação de agrotóxicos contém o ingrediente ativo e outros componentes químicos, incluindo os adjuvantes que são adicionados para aumentar a eficiência e ação na aplicação de fertilizantes e agrotóxicos para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas (BUTLER ELLIS *et al.*, 1997).

A história de adjuvantes agrícolas tem sido relatada desde o início dos séculos 18 e 19 quando aditivos como, resinas de pinheiro, farinha de trigo, melão e açúcar foram utilizadas com cal, enxofre, cobre, e arseniatos para melhorar a atividade biológica por meio das modificações físicas e químicas das caldas (GREEN; BEESTMAN, 2007).

Fundamentalmente, o objetivo da utilização de adjuvantes tem permanecido o mesmo. Alguns fabricantes de agrotóxicos incluem em suas etiquetas de recomendações de uso, a adição de adjuvantes com o objetivo de aumentar a atividade biológica do ingrediente ativo, controlar potenciais riscos de deriva, melhorar a segurança da aplicação, diminuir a exposição do trabalhador ou a contaminação do ambiente, melhorar economicamente a aplicação, dando maior eficiência aos tratamentos iniciais e diminuir os tratamentos sequenciais ou permitir menor quantidade do ingrediente ativo na futura aplicação (UNDERWOOD, 2000).

A formação de uma gota é resultado da interação entre a ponta e o líquido de pulverização sendo, o desempenho da ponta susceptível a ser fortemente afetada pelas propriedades dos líquidos e pela adição de adjuvantes (DE RUITER, 2002).

A aplicação de agrotóxicos líquidos é afetada por muitas variáveis, incluindo a estabilidade do agrotóxico, solubilidade, incompatibilidade, volatilização, formação de

espumas, tensão superficial, viscosidade, densidade, tamanho de gotas, deriva, cobertura, aderência, penetração, entre outras. Os adjuvantes são o ponto chave para o controle destas variáveis que quando controladas muitos problemas das aplicações de agrotóxicos serão minimizados ou eliminados e melhores serão os resultados da aplicação (STICKER, 1992; HOCK, 2004).

Os adjuvantes podem ser designados para desempenhar específicas funções, incluindo tamponantes, dispersantes, emulsificantes, molhantes, adesivos e espalhantes. Também pode reduzir a evaporação, espuma, volatilização e deriva. Um simples adjuvante não pode desempenhar todas estas funções, mas diferentes adjuvantes compatíveis frequentemente são combinados para desempenhar múltiplas funções simultaneamente (TU; RANDALL, 2003; STOCK; BRIGGS, 2000).

Várias pesquisas que avaliam os efeitos de adjuvantes sobre as propriedades físico-químicas de soluções aquosas têm sido realizadas. Essas demonstram que o grupo químico, a dosagem e a formulação dos adjuvantes interferem nas propriedades físico-químicas das caldas de pulverização (IOST, 2008; QUEIROZ; MARTINS; CUNHA, 2008; FERREIRA, 2010), além de aumentar ou diminuir o tamanho da gota de pulverização (THEBALDI *et al.*, 2009), reduzir a porcentagem de gotas menores que 100  $\mu\text{m}$  que podem ser arrastadas pelo vento ou evaporadas (CUNHA *et al.*, 2003), constituindo assim uma estratégia para a redução da deriva (THEBALDI *et al.*, 2009).

Mendonça, Raetano e Mendonça (2007) estudaram a tensão superficial estática de soluções aquosas em diferentes concentrações com formulações de óleos de origem mineral e vegetais emulsionáveis utilizados como adjuvantes na agricultura. A tensão superficial das soluções aquosas foi estimada medindo-se a massa das gotas formadas na extremidade de uma bureta, e dentre os óleos minerais testados, destacaram-se os produtos: Assist, Dytrol, Iharol e Mineral Oil por apresentarem as menores tensões superficiais mínimas estimadas pela bureta, respectivamente, 29,255; 28,442; 26,097 e 28,584  $\text{mN m}^{-1}$ . Os óleos vegetais que apresentaram os menores valores de tensão superficial mínima estimados pelo Modelo, foram: Agrex' oil Vegetal (27,716  $\text{mN m}^{-1}$ ), Natur'l óleo (28,216  $\text{mN m}^{-1}$ ), Veget Oil (27,308  $\text{mN m}^{-1}$ ) e Crop Oil (29,964  $\text{mN m}^{-1}$ ).

Já Iost (2008), avaliou em seus estudos o efeito de adjuvantes contendo a dose recomendada do produto comercial e o dobro dela sobre a tensão superficial dinâmica e ângulo de contato das gotas em diferentes superfícies, natural e artificial, uma hidrofílica (vidro) e outra hidrofóbica (óxido de alumínio) e folhas de *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea grandifolia*

e *Brachiaria plantaginea*. As maiores reduções na tensão superficial dinâmica e os menores ângulos de contato das gotas sobre as superfícies hidrofílica e hidrofóbica, bem como nas folhas foram obtidas pela adição dos adjuvantes Silwet L-77 e Supersil, nas duas doses avaliadas, em solução aquosa.

Cunha e Alves (2009) ao avaliarem o efeito da adição de adjuvantes comerciais de uso agrícola, na dose recomendada pelo fabricante (dosagem-cheia) e na metade da dosagem (meia-dosagem), além de uma amostra com apenas água destilada nas características físico-químicas de soluções aquosas verificaram que o efeito dos adjuvantes nas características físico-químicas das soluções aquosas mostrou-se dependente de sua composição química e formulação. Os mesmos autores observaram que comportamento dessas características não foi semelhante, mesmo para produtos com mesma indicação de uso, e que a alteração da dosagem influenciou as características físico-químicas de maneira diferenciada para cada adjuvante sendo o pH, a tensão superficial e a viscosidade as propriedades mais sensíveis à adição dos adjuvantes.

As gotas maiores, podendo-se considerar as maiores de 300 µm de DMV, tendem a escorrer da superfície foliar, especialmente naquelas cerosas. Visando evitar o escorrimento e utilizar volumes de aplicação menores, pode-se lançar mão de agentes tensoativos para reduzir a tensão superficial da calda e melhorar a cobertura nas superfícies tratadas (FERREIRA, 2010), quando as gotas de pulverização são espalhadas nas folhas, essas podem ser retidas, refletidas ou fragmentarem-se em gotas menores, dependendo principalmente de seu tamanho, velocidade, propriedades físico-químicas intrínsecas à calda e da característica da superfície foliar. As propriedades, intrínsecas às gotas, estão intimamente relacionadas aos componentes da formulação, com destaque à quantidade de adjuvantes na composição de cada produto (HOLLOWAY, 1994).

A água é o veículo mais importante para a aplicação de produtos fitossanitários. No entanto, devido à elevada tensão superficial apresenta baixa capacidade de retenção quando aplicada sobre alvos com superfícies cerosas e hidrófobas, como a cutícula das plantas. A tensão superficial é variável de líquido a líquido e depende também dos solutos. No caso da água pura, a tensão tende a formar gotas esféricas. Fatores naturais, como a gravidade, causam deformações; forças diversas causam rupturas com reagrupamento em gotículas menores (KISSMANN, 1997). Assim, em muitas aplicações de produtos fitossanitários se faz necessário o uso de substâncias que amenizem essa característica da água ou que proporcione melhor colocação do produto sobre o alvo (IOST, 2008).

A tensão superficial está relacionada entre as propriedades dos adjuvantes que influenciam na atividade biológica dos produtos fitossanitários (GREEN; HAZEN, 1998). Os efeitos molhante, espalhante e penetrante são obtidos com a redução desta propriedade, sendo os surfatantes os adjuvantes que possuem a característica de modificar a tensão superficial da água (KISSMANN, 1997).

Para Kissmann (1997), durante o processo de pulverização as gotas que são depositadas nas superfícies vegetais formam um ângulo de contato com a superfície da planta. O ângulo formado por esta gota irá depender de alguns fatores como a solução aplicada, além das características da superfície pulverizada. A água, que é considerada o solvente universal e largamente utilizado nas aplicações líquidas, ao entrar em contato com superfícies cerosas a área de contato será menor, e o ângulo de contato será maior. Se a superfície for mais hidrófila a água da gota se espalhará, podendo até formar um filme uniforme. Numa planta a molhabilidade de suas folhas depende dos constituintes de sua epiderme e, a atração pela água precisa ser maior que a tensão superficial desse líquido para uma boa molhabilidade.

O ângulo de contato influencia a distribuição da água ou da solução numa superfície, determinando assim, o molhamento da mesma. Quando este ângulo é igual a  $0^\circ$  trata-se de um caso extremo de máxima afinidade química entre a superfície e o líquido e, portanto, haverá espalhamento completo do líquido na superfície. Quando é igual ou muito próximo a  $180^\circ$  é o outro caso extremo, onde líquido não apresenta qualquer interação com a superfície. Quando o ângulo de contato é menor que  $90^\circ$  podemos considerar que a superfície é molhada pelo líquido (MOITA NETO, 2006).

#### 2.2.4 Pontas De Pulverização Agrícola

Avanços relacionados com tecnologias de aplicação têm sido direcionados para uma melhor condução da calda de pulverização ao alvo, proporcionando reduções sensíveis nas perdas por deriva (VIANA *et al.*, 2010). Isto contribui para o aumento da eficiência dos produtos aplicados, além de reduzir os riscos de contaminações ambientais.

De acordo com Ozkan (2001), a ponta de pulverização é a parte constituinte de maior influência na qualidade das pulverizações, com a função de determinar a vazão necessária, possibilitar a uniformidade da deposição do produto no alvo e estabelecer o espectro adequado de gotas do jato. Estas características afetam diretamente a eficiência do processo de aplicação dos produtos fitossanitários (NUYTTENS *et al.*, 2007).

Existem vários modelos de pontas de pulverização disponíveis no mercado e cada uma delas produzem um espectro de gotas diferente, bem como faixas e padrões diferentes de deposição. Portanto, é importante a seleção da ponta mais adequada para o trabalho a ser realizado (MATUO; PIO; RAMOS, 2002). Cada tipo de ponta apresenta algumas características peculiares que as diferenciam entre si. O tipo e tamanho mais adequados são selecionados em função do produto fitossanitário a ser aplicado, das características do alvo a ser tratado, da pressão de trabalho e do volume de calda necessário.

Para uma mesma ponta de pulverização, o tamanho das gotas diminui a medida que a pressão de trabalho aumenta, e que para uma mesma pressão e tipo de ponta, o tamanho das gotas aumenta com o diâmetro de abertura da ponta. Por exemplo, numa determinada pressão, uma ponta com vazão de  $0,2 \text{ L min}^{-1}$  produzirá gotas menores que outra ponta de mesmo modelo com vazão de  $0,4 \text{ L min}^{-1}$  (GULER *et al.*, 2007). Normalmente, os fabricantes de pontas possuem catálogos que informam a classificação do espectro de gotas gerado pelas pontas (muito fina, fina, média, grossa, muito grossa), nas diferentes pressões recomendadas, permitindo a avaliação preliminar do risco de perdas por deriva e evaporação (FREITAS *et al.*, 2005).

As pontas de jato plano, ou do tipo leque, apresentam orifício de saída oblongo. Em geral, são peças cilíndricas, na qual na parte inferior se encontra o orifício de saída. O líquido, à medida que passa por esse orifício, adquire grande energia cinética, e ao chocar com o ar se desintegra em gotas.

O ângulo de pulverização em geral varia de 60 a 120°, no entanto, podem ser encontrados ângulos diferentes de acordo com a necessidade. Com o aumento do ângulo do jato, reduz-se o tamanho de gotas e pode-se trabalhar com maior espaçamento entre bicos na barra ou reduzir a altura da barra porta-bicos. São as mais empregadas na área agrícola devido a sua diversidade de utilização.

Em geral, apresentam uma concentração maior de líquido na parte central do jato, mas com boa uniformidade de distribuição do líquido em função da sobreposição apropriada. A distribuição transversal do líquido é praticamente simétrica em relação ao centro da ponta e tem uma forma aproximadamente parabólica ou triangular na maioria dos casos.

Essa distribuição mostra claramente a necessidade de sobreposição dos jatos adjacentes caso se deseje um tratamento com deposição uniforme sobre a superfície. Nos equipamentos com barra, tal sobreposição é obtida regulando-se adequadamente a altura da barra em relação ao alvo, pois na maioria dos casos a distância entre bicos é constante. Contudo,

caso não seja, a sobreposição pode ser obtida também variando a distância entre bicos. Além disso, para evitar o choque ser dispostas de forma a ocorrer um pequeno ângulo entre o jato e a barra.

As pontas de jato cônico caracterizam-se pela formação de uma pulverização em que as gotas formam um jato cônico, que pode ser oco ou cheio. Para isso, essas pontas dispõem de um difusor/helicoide (anel de turbilhonamento) e de uma câmara de turbulência, além da ponta de saída com seu orifício calibrado (difusor).

Dado que produzem uma pulverização em forma de cone, deve ressaltar que a sobreposição leva inevitavelmente ao contato entre os jatos adjacentes, o que leva a um risco de gotas chocarem entre si, interferindo de forma negativa no espectro de gotas desejado. Se o anel de turbilhonamento possuir um pequeno orifício no seu centro não há o desenvolvimento do cone de ar, formando, portanto, um cone cheio, onde a base dele também é coberta pelas gotas produzidas.

As pontas de jato cônico vazio proporcionam maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo quando comparadas a pontas de jato plano, para um mesmo volume de aplicação. No entanto, as gotas produzidas (finas) geram maiores riscos de contaminação ambiental em função da deriva e, por isso, deve-se buscar alternativas que minimizem tal problema. Na comparação entre pontas de pulverização de jato plano e jato cônico na eficiência de controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho, Silva (1999) constatou maiores eficiências na utilização da ponta de pulverização de jato plano XR 8004 em comparação à ponta de jato cônico JA 2. Os autores apontaram a diferença no diâmetro das gotas como o principal fator responsável pelo resultado obtido.

#### 2.2.5 Assistência De Ar Na Pulverização Agrícola

O uso da assistência de ar nos equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários é bastante antigo, com relatos da difusão dessa tecnologia a partir da década de 1980 (ROBINSON, 1993). Nessa década, em Israel foram fabricados os primeiros pulverizadores dotados de assistência de ar junto à barra de pulverização. Na Europa, essa tecnologia foi divulgada inicialmente na Alemanha, 1996, quando fabricantes expuseram seus pulverizadores na Feira Agritechnica (KOCH, 1997).

No Brasil, neste mesmo ano, foi noticiado pela indústria nacional o desenvolvimento de equipamentos dotados de assistência de ar junto à barra de pulverização.

A incorporação dessa tecnologia aos pulverizadores de barras surgiu como ferramenta para melhorar a qualidade da aplicação, aumentar a produtividade, reduzir a deriva e a exposição aos produtos fitossanitários (SARTORI, 1997).

Gotas finas propiciam maiores depósitos nas plantas, porém estão muito suscetíveis à deriva. Sua capacidade de penetração nas culturas é pequena e, portanto, a perda para o solo deveria ser limitada. Dessa forma, a assistência de ar possibilita o uso de gotas finas com maior eficiência, pela redução da deriva e maiores depósitos sobre o alvo, além de possibilitar maior penetração dessas gotas em culturas mais enfolhadas com redução das perdas para o solo (JORGENSEN; WITT, 1997).

O fato de as gotas menores prolongarem sua trajetória no ar, na pulverização convencional, tornam-se expostas às correntes aéreas por períodos relativamente longos antes de atingir ou penetrar na vegetação, quando não desviam do alvo. Dessa forma, a deriva de gotas menores não é somente função do seu tamanho e velocidade do vento, mas certamente depende das propriedades aerodinâmicas do bico de pulverização selecionado. Equipamentos com assistência de ar descendente têm sido usados para aumentar a penetração das gotas no interior da cultura e reduzir a deriva das pulverizações (TAYLOR; ANDERSEN; COOPER, 1989; COOKE *et al.*, 1990; TAYLOR; ANDERSEN, 1991; BAUER; RAETANO, 2000).

Os pulverizadores com assistência de ar junto à barra podem ser acoplados ao sistema hidráulico do trator (tanques de menor capacidade), de arrasto ou automotriz. Estes pulverizadores possuem um ou dois ventiladores, geralmente axiais, posicionados próximos à seção central da barra de pulverização, que distribuem um grande volume de ar em dutos inflados montado acima da barra e bicos (MATTHEWS, 2000).

O ar gerado por um ou mais ventiladores muda em 90° a trajetória para ser distribuído na parte inferior do duto, através de aberturas retangulares. No entanto, com o aumento da distância do ventilador à extremidade da barra torna-se necessário a diminuição na seção do duto para compensar a perda na velocidade do ar. Então, o ar é forçado a sair pelas aberturas sob forma de “cortina de ar”. A velocidade do ar gerado pode variar de acordo com a rotação do ventilador e, no geral, não segue uma relação linear. Ao longo da barra também podem ocorrer variações da velocidade do ar, principalmente nas extremidades em relação à seção central da barra de pulverização (RAETANO, 2004).

Nos equipamentos dotados de assistência de ar, a dinâmica das gotas da pulverização com a barra em movimento difere do sistema convencional (sem ar). Após a saída do líquido pelo orifício das pontas de pulverização, 50 a 70% da energia originada da

pressurização é perdida. A energia remanescente fica sob forma de movimento e, portanto, denominada de momento (quantidade de movimento). A redução do momento deve-se principalmente à resistência do ar devido a queda gradual das gotas no ambiente. Gotas com menor momento estão mais propensas à deriva. Assim, ao mudarem sua trajetória, são levadas por correntes de ar ascendente atrás do bico, formando um vórtice. A corrente de ar induzida descendente gera uma queda de pressão ao redor do bico, a qual é restabelecida pelo ar proveniente da frente do bico, oriundos da movimentação da barra no sentido do deslocamento do pulverizador (JORGENSEN; WITT, 2000).

Em avaliação do efeito da assistência de ar na deposição e perdas dos produtos fitossanitários na cultura da soja, em relação ao equipamento convencional sem ar, constatou-se níveis significativamente menores de deriva para o equipamento dotado de ar em diferentes distâncias da barra pulverizadora, além da maior sedimentação na área externa à cultura (BAUER; RAETANO, 2000).

#### 2.2.6 Parâmetros Avaliados Em Tecnologia De Aplicação

Diversos são os parâmetros avaliados em estudos relacionados à tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Eles podem ser divididos em parâmetros inerentes a eficiência da aplicação (cobertura, deposição, penetração, absorção) e eficácia da aplicação (nível de controle de um determinado agente nocivo). Como o objetivo das aplicações é controlar as plantas daninhas, pragas e doenças, existe a tendência natural de testar a eficácia destes produtos diretamente em experimentos de campo. Mas, como estes experimentos são demorados e sofrem influência da interface hospedeiro, agente nocivo e ambiente em que estão inseridos, podem apresentar resultados incongruentes devido a gama dos fatores envolvidos (ABI SAAB, 2000).

O parâmetro denominado deposição é um parâmetro quantitativo que determina a quantidade depositada da calda de pulverização sobre o alvo. Embora o aumento na quantidade de calda depositada proporcione aumento na porcentagem de cobertura, estes dois parâmetros não têm relação direta, pois uma determinada cobertura não reflete necessariamente em maiores níveis de deposição, e vice-versa.

Da mesma forma que para a porcentagem de cobertura, os níveis de deposição podem ser estudados tanto em alvos naturais como em alvos artificiais. A determinação da quantidade de calda depositada pode ser mensurada por diversas técnicas analíticas de

determinação de compostos, a partir da “lavagem” dos alvos com água destilada. Os métodos de determinação podem ser espectrofotometria (CUNHA; TEIXEIRA; VIEIRA, 2005), cromatografia (ABI SAAB, 2000), condutividade elétrica (ABI SAAB, 2000; BALAN *et al.*, 2008), etc.

Outro parâmetro estudado em experimentações de tecnologia de aplicação é a penetração das gotas. Este parâmetro é avaliado pela distribuição da porcentagem de cobertura ou níveis de depósitos da calda de pulverização em diferentes locais do dossel das plantas. É de grande importância, por exemplo, em experimentações inerentes a aplicações de fungicidas e inseticidas, uma vez que cada doença ou praga pode situar em locais específicos das culturas, como por exemplo, folhas baixas e/ou internas do dossel, ou também diferentes faces foliares (abaxial ou adaxial).

### 2.2.7 Características Físicas E Químicas Das Caldas De Pulverização

Diversos fatores das pulverizações agrícolas são influenciados pelo uso de adjuvantes, entre eles, se destaca a tensão superficial. A tensão superficial é resultado do desequilíbrio entre as forças agindo sobre as moléculas da superfície em relação àquelas que se encontram no interior da solução. As moléculas dos líquidos localizadas na interface líquido ar tem um número menor de ligações comparadas com as moléculas que se encontram no interior do líquido, sendo assim, a força resultante que atrai as moléculas da superfície de um líquido para o seu interior torna-se um obstáculo e estas forças de coesão tendem a diminuir a área superficial ocupada pelo líquido, ocorrendo assim formação de gotas esféricas (BEHRING, 2004).

Nas pulverizações agrícolas, a formação de gotas esféricas dificulta a molhabilidade. De acordo com Hazen (2000) as gotas de forma esférica tendem a impedir o contato com uma superfície hidrofóbica (na maioria das pulverizações o limbo foliar), e os adjuvantes podem reduzir a tensão superficial, aumentando assim a molhabilidade. A redução da tensão superficial melhora a retenção ou adesividade dos agrotóxicos na superfície foliar (TANG; DONG, 2008). Mendonça *et al.* (2007), estudaram a tensão superficial estática de óleos vegetais e minerais, inferindo que os óleos minerais e vegetais em baixas concentrações não reduzem a tensão superficial, quando comparados com adjuvantes sem óleos em suas formulações. Enquanto Montório (2001), mostrou que os adjuvantes à base de silicone,

resultaram nos menores valores de tensão superficial estática, chegando a  $20 \text{ mN m}^{-1}$  em soluções aquosas.

O pH da calda de pulverização pode influenciar na eficiência dos inseticidas. De acordo com Palumbo *et al.* (2001), o inseticida espinosade, quando formulado como suspensão concentrada é constituído por grânulos de suspensão, cada grânulo contendo diversos monômeros de espinosade, em pH inferior a 6, seus grânulos são quebrados e expõem os monômeros da molécula a uma degradação rápida, reduzindo assim seu residual.

### **3 HIPÓTESES**

Em aplicações terrestres de inseticidas, não adicionar os adjuvantes ou selecioná-los de forma incorreta, escolher indevidamente as pontas de pulverização, assim como o uso do sistema de assistência de ar do pulverizador, podem proporcionar distribuição desuniforme dos agrotóxicos pelo dossel das plantas, reduzir o depósito em alvos de interesse, como as pragas a serem controladas, e conseqüentemente prejudicar a eficiência de controle e o comportamento populacional do percevejo-marrom.

A adição de adjuvantes às caldas de pulverização de inseticida pode alterar as características físico-químicas e estabilidade, conseqüentemente aumentar a eficiência de controle de pragas.

#### **4 OBJETIVOS**

Determinar o efeito de adjuvantes, pontas de pulverização e sistema de assistência de ar no pulverizador, sobre o aperfeiçoamento da tecnologia de aplicação, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom na cultura da soja.

Avaliar o efeito dos adjuvantes nas propriedades físico-químicas, estabilidade de calda e na mortalidade do percevejo-marrom em laboratório.

## 5 ARTIGO A – DIFERENTES TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO NA DEPOSIÇÃO EM SOJA, MORTALIDADE E COMPORTAMENTO POPULACIONAL DO *EUSCHISTUS HEROS*

### 5.1 RESUMO

A escolha correta da tecnologia de aplicação pode influenciar na qualidade e segurança da pulverização e conseqüente aperfeiçoamento da sua eficiência. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito proporcionado em caldas inseticida de Engeo Pleno por adjuvantes, pontas de pulverização e sistema de assistência de ar no pulverizador, nos depósitos de pulverização em soja, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom. Desse modo, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 3 x 2, constituído por quatro caldas (Sem adjuvante, Oro-solve, Wetcit Gold e Orobor N1), três modelos de pontas de pulverização (AXI 11002, JFC 80015 e J3D 100015) e dois sistemas de pulverização (sem e com assistência de ar), totalizando 24 tratamentos e adição de uma testemunha sem aplicação. Para avaliação do depósito de pulverização, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom, as repetições foram constituídas, por 30 folhas de cada estrato do dossel da cultura da soja (inferior, mediano e superior) e oito batidas de pano, avaliados aos 0, 1, 3 e 6 dias após aplicação. A mortalidade do percevejo-marrom foi calculada através da equação de Henderson-Tilton. A avaliação do comportamento populacional do percevejo-marrom, foi considerado o modelo linear misto. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Ainda foi utilizada a análise multivariada, para detalhar e quantificar a importância de cada variável na variabilidade dos dados e interações entre as variáveis resposta. A adição de adjuvantes proporcionou maior mortalidade do percevejo-marrom na soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, percevejo-marrom, controle químico.

## **DIFFERENT APPLICATION TECHNOLOGIES IN SOY DEPOSITION, MORTALITY AND POPULATION BEHAVIOR OF *EUSCHISTUS HEROS***

### **5.2 ABSTRACT**

The correct choice of application technology can influence the quality and safety of the spray and consequently improve its efficiency. The objective of the study was to evaluate the effect provided in Engeo Pleno insecticidal syrups by adjuvants, spray nozzles and air assistance system in the sprayer, in the spray deposits in soybeans, mortality and population behavior of the brown stink bug. Thus, a completely randomized design was used, in a 4 x 3 x 2 factorial scheme, consisting of four syrups (Without adjuvant, Oro-solve, Wetcit Gold and Orobor N1), three nozzle models (AXI 11002, JFC 80015 and J3D 100015) and two spray systems (without and with air assistance), totaling 24 treatments and addition of a control without application. In order to evaluate the spray deposit, mortality and population behavior of the brown stink bug, the repetitions consisted of 30 leaves from each stratum of the soybean canopy (lower, middle and upper) and eight strokes of cloth, evaluated at 0, 1, 3 and 6 days after application. Stink bug mortality was calculated using the Henderson-Tilton equation. The evaluation of the population behavior of the stink bug was considered the mixed linear model. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). Multivariate analysis was also used to detail and quantify the importance of each variable in the variability of data and interactions between response variables. The addition of adjuvants provided higher mortality of stink bugs in soy.

**Key-words:** *Glycine max*, brown stink bug, chemical control.

### 5.3 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é alvo de vários insetos-praga que podem ocorrer durante todo o ciclo de cultivo. Dentre esses destacam-se os percevejos, principalmente o marrom (*Euschistus heros*), que sugam preferencialmente os legumes atingindo diretamente os grãos da soja, o que causa redução na produção e na qualidade das sementes (DEPIERI; PANIZZI, 2011; SILVA *et al.*, 2012).

O controle de percevejos na soja deve ser feito com base nos princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP), que considera a densidade populacional para a tomada de decisão sobre o controle (FREITAS, 2011). O método mais utilizado é o controle químico, através da pulverização de inseticidas, tornando a escolha do produto e da tecnologia utilizada fundamentais (CUNHA *et al.*, 2010).

Um dos desafios está relacionado ao aumento da penetração e deposição de gotículas de pulverização no estrato inferior das plantas, região na qual o percevejo possui maior preferência. Neste sentido, a adequação da tecnologia de aplicação é uma ferramenta importante na gestão dos organismos-alvo, pois a aplicação de defensivos agrícolas por pulverização é um processo dinâmico com inúmeras oportunidades de perda do princípio ativo (COSTA *et al.*, 2018).

O tamanho adequado das gotas é reconhecido como um dos parâmetros mais importantes que influenciam o controle do organismo alvo (YU *et al.*, 2009). Ela pode ser modificada pelo modelo da ponta ou mesmo pela adição de adjuvantes à calda (ANTUNIASSI; BAILO, 2009). Por essa razão, existem vários modelos de pontas de pulverização disponíveis no mercado e cada uma delas produzem faixas e padrões diferentes de deposição, sendo importante a seleção mais adequada para o trabalho a ser realizado (CUNHA *et al.*, 2011).

O uso de adjuvantes deve ser visto com cautela, pois os vários benefícios podem gerar incertezas e discussão, pelo uso errôneo, pela legislação aplicável, ou até mesmo pela falta de conhecimento da interação entre adjuvantes e ingredientes ativos (ARAÚJO; RAETANO, 2011). Esses insumos alteram as características físico-químicas da calda, como viscosidade e tensão superficial, além de promoverem outros benefícios, como melhoria no espalhamento da gota, aderência, aumento da absorção do ingrediente ativo, redução de espuma e dispersão da calda de pulverização (CUNHA; PERES, 2010).

Outra ferramenta que possibilita o uso de gotas finas com maior eficiência é a assistência de ar, pois reduz deriva, proporciona maiores depósitos sobre o alvo, além de

possibilita maior penetração dessas gotas em culturas maior densidade foliar com redução das perdas para o solo (CHRISTOVAM *et al.*, 2010; MOTA, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito proporcionado em calda inseticida por adjuvantes, pontas de pulverização e sistema de assistência de ar no pulverizador, nos depósitos de pulverização em soja, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom.

#### 5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja) em Londrina-PR, localizada nas coordenadas latitude 23° 11' 29", longitude 51° 10' 54" e na altitude de 610 m. A semeadura foi realizada em 13 de novembro de 2017, utilizando-se a cultivar BRS 1010 IPRO, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 330.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

As sementes foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* na dose 3 mL kg<sup>-1</sup> semente e tratadas com tiametoxam 350 g L<sup>-1</sup> (Cruiser<sup>®</sup> 350 FS, Syngenta) na dose 1,5 mL kg<sup>-1</sup> semente e carbendazim 150 g L<sup>-1</sup> + tiram 350 g L<sup>-1</sup> (Protreat<sup>®</sup>, Novozymes) na dose 2 mL kg<sup>-1</sup> semente. A adubação foi realizada no sulco da semeadura, na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 00-20-20 (NPK).

Os tratos culturais para controle de plantas daninhas consistiram em aplicação de glifosato 1.440 g ha<sup>-1</sup> (Roundup<sup>®</sup> Original, Monsanto) e cletodim 96 g ha<sup>-1</sup> (Select<sup>®</sup> 240 EC, UPL), em pré-emergência dois dias antes da semeadura e 16 dias após a emergência (DAE). O manejo de doenças foi realizado com aplicações de protioconazol 70 g ha<sup>-1</sup> + trifloxistrobina 60 g ha<sup>-1</sup> (Fox<sup>®</sup>, Bayer) e éster metílico de óleo de soja 144 g ha<sup>-1</sup> (Aureo<sup>®</sup>, Bayer) 17 DAE; ciproconazol 32 g ha<sup>-1</sup> + trifloxistrobina 75 g ha<sup>-1</sup> (Sphere Max<sup>®</sup>, Bayer) e óleo mineral 128,4 g ha<sup>-1</sup> (Nimbus<sup>®</sup>, Syngenta) 45 DAE.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial 4 x 3 x 2, constituído por quatro caldas, três pontas de pulverização e dois sistemas de pulverização, totalizando 24 tratamentos. Foi adicionado um tratamento testemunha sem aplicação (Tabela 5.1).

As aplicações foram realizadas com o inseticida lambda-cialotrina 141 g L<sup>-1</sup> + tiametoxam 106 g L<sup>-1</sup> (Engeo Pleno<sup>®</sup>, Syngenta). A opção foi baseado em resultados sumarizados de ensaios cooperativos de eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom em soja, na safra 2013/2014, em que foi observado que o referido produto combina bom desempenho de eficiência de controle do percevejo-marrom, produtividade relativa e menor taxa de grãos de soja picados (ROGGIA *et al.*, 2018).

A escolha dos adjuvantes foi resultado de uma parceria público privado, entre a Embrapa Soja e *Orange Oil for Agriculture* (ORO AGRI<sup>®</sup>). Os adjuvantes selecionados apresentam na sua composição o óleo da casca da laranja, são eles: Oro-solve<sup>®</sup> um fertilizante mineral simples com Enxofre nanoparticulado (585 g L<sup>-1</sup>), Wetcit<sup>®</sup> Gold um surfactante à base

do óleo de casca de laranja ( $60 \text{ g L}^{-1}$ ) e Orobor™ N1 um fertilizante foliar misto composto por Nitrogênio ( $10,23 \text{ g L}^{-1}$ ) e Boro ( $2,05 \text{ g L}^{-1}$ ) (Figura 5.1.a).

Algumas características importantes foram decisivas para seleção dos modelos de pontas de pulverização, sendo elas: a possibilidade de trabalho na taxa de aplicação de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ , tamanho de gotas fina e variedade de tipos e/ou ângulo do jato produzido. Logo, os modelos de pontas de pulverização Jacto foram: AXI 11002 uma ponta de jato plano simples, fabricado em cerâmica, JFC 80015 uma ponta de jato cônico cheio, fabricado em cerâmica e J3D 100015 uma ponta de jato plano angulado, fabricado em plástico (Figura 5.1.b).

O equipamento utilizado no experimento foi o trator Massey Ferguson, modelo MF 275 e o pulverizador Jacto, modelo Advance 2000 AM18 Vortex, capacidade de tanque de 2.000 L, barra de 18 m de comprimento e sistema de assistência de ar Vortex (Figura 5.1.c). O espaçamento entre as pontas de pulverização e a altura em relação ao topo da cultura da soja foram de 0,5 m. Foi realizada inspeção periódica do pulverizador (IPP) e calibrou-se para aplicar na taxa de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ .

**Tabela 5.1** – Descrição dos tratamentos

Tratamento	Calda de pulverização <sup>1</sup>		Ponta de pulverização			Pulverizador	Assistência de ar (Vortex)	
	Adjuvante	Dose (mL 100 L <sup>-1</sup> )	Modelo	Pressão (kPa)	Vazão (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Velocidade (m s <sup>-1</sup> )	Velocidade (m s <sup>-1</sup> )	Inclinação ao solo (graus)
1	Sem Adjuvante		AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2	3,06	90
2			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
3			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
4	Oro-solve	1500	AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
5			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
6			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
7	Wetcit Gold	250	AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
8			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
9			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
10	Orobor N1	250	AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
11			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
12			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
13	Sem Adjuvante		AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
14			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
15			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
16	Oro-solve	1500	AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
17			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
18			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
19	Wetcit Gold	250	AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
20			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
21			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
22	Orobor N1	250	AXI	206,84	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
23			JFC	379,21	1,25x10 <sup>-5</sup>	2,5		
24			J3D	482,63	1,1x10 <sup>-5</sup>	2,2		
25	Sem aplicação (Testemunha)							

<sup>1</sup> Todas as caldas contêm o inseticida Engeo Pleno (250 mL 100 L<sup>-1</sup>)

A citação de nomes comerciais não indica a recomendação ou anuência do autor

**Fonte:** o próprio autor

**Figura 5.1** – Adjuvantes (A), pontas de pulverização (B) e pulverizador com assistência de ar (C) utilizados no experimento



**Fonte:** ORO AGRI, 2020 e JACTO, 2020

A unidade observacional foi dimensionada de 9 x 25 m (largura x comprimento), sendo que 9 m correspondem a metade da barra de pulverização e 25 m ao comprimento. A pulverização foi realizada cobrindo toda a parcela e com movimento a partir de cinco metros antes da parte a ser pulverizada (divisor de unidades observacionais), a fim de obter estabilidade na velocidade de deslocamento do pulverizador. A área utilizada para coleta de amostras foi de 7 x 23 m (161 m<sup>2</sup>), na parte central da parcela. Durante a instalação do experimento o campo de soja encontrava-se no estágio fenológico R5 (enchimento do grão), com altura média de 95 cm (Figura 5.2).

**Figura 5.2** – Campo Experimental



**Fonte:** o próprio autor

As variáveis resposta analisadas foram depósito de pulverização, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom.

#### 5.4.1 Depósito De Pulverização

Foram preparados 100 L de calda para cada tratamento e adicionados o marcador azul brilhante, na concentração de seis g L<sup>-1</sup>. Os parâmetros meteorológicos foram monitorados, durante a pulverização, através de um termo-higro-anemômetro digital, sendo a temperatura ( $26,5 \pm 3,3^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar ( $79,3 \pm 13,1\%$ ) e velocidade do vento ( $1,7 \pm 0,5 \text{ m s}^{-1}$ ).

Os folíolos da soja foram coletadas de forma aleatória dos diferentes estratos da cultura da soja, 30 em cada estrato (inferior, mediano e superior) por unidade observacional, estes foram inseridos em sacos plásticos (20 x 30 cm) e adicionado 20 mL de água destilada para lavagem por meio de agitação manual por tempo constante de um minuto e, em seguida, armazenado em potes plásticos identificados, conforme metodologia proposta por Oliveira *et al.* (2017). A área foliar foi determinada através do integrador de área foliar LI-3100C® (LICOR, Lincoln, Ne, USA) (Figura 5.3).

**Figura 5.3** – Equipamento para determinação da área foliar



**Fonte:** o próprio autor

As soluções provenientes das amostras foram analisadas em espectrofotômetro para quantificar os valores de absorbância na faixa espectral de 630 nm e, posteriormente, determinadas as quantidades de marcador em cada amostra, expressos em  $\mu\text{L cm}^{-2}$ .

#### 5.4.2 Mortalidade E Comportamento Populacional Do Percevejo-Marrom

Para a avaliação populacional do percevejo-marrom adotou-se o pano-debatida ( $0,5 \text{ m}^2$ ), contabilizando conjuntamente os percevejos-marrom adultos e ninfas grandes (3° a 5° instar) (Figura 5.4). Foram realizadas oito amostras por unidade observacional, sendo a primeira amostragem feita antes da aplicação, a segunda um dia após a aplicação (DAA), a terceira três DAA e o quarto seis DAA dos tratamentos.

**Figura 5.4** – Amostragem do percevejo-marrom



**Fonte:** o próprio autor

A mortalidade dos percevejos foi calculada através da Equação 5.1, elaborada por Henderson e Tilton (1955), considerando a primeira e segunda amostragem.

**Equação 5.1** – Equação de Henderson-Tilton

$$MC = \left[ 1 - \left( \frac{NIVCA \times NIVTD}{NIVCD \times NIVTA} \right) \right] \times 100$$

Em que,

MC é a mortalidade corrigida (%)

NIVCA é o número de insetos vivos no controle antes da aplicação

NIVTD é o número de insetos vivos no tratamento depois da aplicação

NIVCD é o número de insetos vivos no controle depois da aplicação

NIVTA é o número de insetos vivos no tratamento antes da aplicação

O comportamento populacional do percevejo-marrom foi analisado considerando a segunda, terceira e quarta amostragem, ou seja, um, três e seis DAA, respectivamente.

### 5.4.3 Análise Estatística

Os dados foram verificados quanto a normalidade dos erros, homogeneidade das variâncias e independência dos erros, através dos testes de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ), Bartlett ( $p > 0,05$ ) e Durbin-Watson ( $p > 0,05$ ), respectivamente. Quando não atendidas as pressuposições anteriores, foram transformados de acordo com a metodologia proposta por Box e Cox (1964).

Posteriormente, estes foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Ainda foi utilizada a análise de dados multivariado de componentes principais e de agrupamento *kmeans*, a fim de verificar tratamentos similares e as correlações entre às variáveis analisadas.

No caso específico do comportamento populacional do percevejo-marrom, foi considerado o modelo linear misto, em que os fatores: calda, ponta de pulverização, assistência de ar e data de amostragem, foram classificados como efeitos fixos, enquanto a dependência da unidade observacional como efeito aleatório. As análises estatísticas foram processadas com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2020).

## 5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 5.2 mostram os resultados dos quadrados médios para os efeitos simples e das interações, foi verificado efeito significativo da interação calda e ponta e também entre ponta e assistência de ar no depósito inferior, interação calda, ponta e assistência de ar no depósito mediano, interação calda e ponta, além de calda e assistência de ar e também entre ponta e assistência de ar no depósito superior, efeito simples da calda na mortalidade do percevejo-marrom.

**Tabela 5.2** – Quadrados médios (QM) dos efeitos no depósito inferior (Dep inf), mediano (Dep med), superior (Dep sup) e mortalidade do percevejo-marrom (Mort)

FV	GL	QM	QM	QM	GL	QM
		Dep inf <sup>1</sup>	Dep med <sup>1</sup>	Dep sup <sup>1</sup>		Mort
Calda de pulverização (F1)	3	9,21*	17,20*	15,61*	3	5569,63*
Ponta de pulverização (F2)	2	7,36*	8,19*	0,88*	2	1319,05
Assistência de ar (F3)	1	0,24	13,52*	1,92*	1	107,67
F1 x F2	6	2,85*	0,96*	1,19*	6	564,72
F1 x F3	3	1,05	1,55*	1,04*	3	736,30
F2 x F3	2	2,60*	1,49*	8,72*	2	537,73
F1 x F2 x F3	6	0,91	1,11*	0,29	6	846,18
Resíduo	674	0,54	0,36	0,18	150	689,86
Média		0,09	0,13	0,30		60,21
CV (%)		81,58	74,37	53,33		46,34

\* Diferem pelo teste F ( $p < 0,05$ )

<sup>1</sup> Transformação dos dados [ $\log(y)$ ]

**Fonte:** o próprio autor

Os desdobramentos das interações significativas em relação ao depósito inferior seguem apresentados na Tabela 5.3. A interação calda e ponta de pulverização (Tabela 5.3.A), na ponta AXI a calda Orobor N1 apresentou maior depósito, não diferindo da calda sem adjuvante e superior ao Oro-solve e por último o Wetcit Gold, que obteve o menor resultado. Já na ponta JFC, a calda Orobor N1 proporcionou maior depósito e as demais caldas os menores, que não diferiram estatisticamente entre si. Na ponta J3D, a calda Oro-solve obteve menor depósito, enquanto as demais os maiores, que não diferiram estatisticamente entre si.

Quando avaliadas as pontas (Tabela 5.3.A), estas não diferiram estatisticamente para calda sem adjuvante. Na calda Oro-solve, as pontas AXI e JFC mostraram maior depósito e diferiram apenas da ponta J3D, com menor deposição. Já na calda Wetcit Gold, as pontas com maior depósito foram a JFC e J3D, sendo AXI estatisticamente inferior a estas duas. Finalmente na calda Orobor N1, as pontas com maiores depósitos foram a AXI e JFC, tendo a ponta J3D com menor depósito.

A ponta JFC e o adjuvante Orobor N1 destacaram-se com maior depósito no terço inferior da cultura da soja. Segundo o catálogo do fabricante, a ponta JFC produz jato cônico cheio e espectro de gotas na classe de tamanho fino, na vazão utilizada neste trabalho. Isso significa, em termos práticos, que as caldas ao serem pulverizadas tem maior potencial de cobrir o alvo (COSTA *et al.*, 2017) e devido à trajetória das gotas que atingem os alvos, serem formadas a partir de diversas direções, pode influenciar em maior penetração das gotas no interior do dossel das plantas.

Nascimento *et al.* (2009), estudando o controle de ferrugem asiática da soja, promovido por diferentes pontas de pulverização, apontaram a eficiência de penetração de gotas finas, demonstrada pelo menor número de urédias no terço inferior da cultura, após as aplicações de fungicida.

Na interação ponta e assistência de ar (Tabela 5.3.B), sem assistência de ar as pontas não tiveram diferença significativa. Com assistência de ar, a ponta JFC obteve maior deposição seguida da AXI e após a J3D. Quando avaliadas as pontas (Tabela 5.3.B), os modelos AXI e JFC, a assistência de ar não apresentou diferença significativa, porém a ponta J3D sem assistência de ar proporcionou maior depósito.

A assistência de ar não apresentou acréscimo de depósito no terço inferior da cultura e ainda se mostrou inferior quando utilizado a ponta J3D. Isso pode ter acontecido devido à característica inerente a esta ponta, na qual apresenta ângulo de inclinação do jato de 37,5° com relação à vertical e que, segundo o fabricante, deve ser instaladas na barra intercalando a direção do jato das pontas adjacentes, posicionando um para frente e outro para trás, no sentido do deslocamento do equipamento ao longo da barra de pulverização (PENTAIR, 2020; PRO OPERATOR, 2020).

Isto posto, as pontas que foram posicionadas para trás encontraram uma barreira, no caso a cortina de ar do sistema de assistência de ar, que causou um desvio da trajetória original das gotas. Este resultado não concorda com o encontrado por Bauer e Raetano

(2000), em que a assistência de ar promoveu significativo aumento da deposição nas porções média e inferior das plantas de soja, utilizando pontas de jato plano API 110015.

**Tabela 5.3** – Médias dos depósitos inferiores (Dep inf ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )) obtidos (A) Interação calda e ponta (B) Interação ponta e assistência de ar

A									
Calda de pulverização	Ponta de pulverização								
	AXI			JFC			J3D		
	Dep inf ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			Dep inf ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			Dep inf ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )		
Sem adjuvante	0,108	AB	a	0,106	B	a	0,089	A	a
Oro-solve	0,073	BC	a	0,089	B	a	0,047	B	b
Wetcit Gold	0,058	C	b	0,098	B	a	0,094	A	a
Orobor N1	0,115	A	ab	0,144	A	a	0,098	A	b

B									
Ponta de pulverização				Assistência de ar					
				Sem			Com		
				Dep inf ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			Dep inf ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )		
AXI				0,082	A	a	0,095	B	a
JFC				0,098	A	a	0,122	A	a
J3D				0,090	A	a	0,074	C	b

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna (Fator Calda/Ponta) e minúsculas na linha (Fator Ponta/Assistência de ar), diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

Os desdobramentos da interação significativa em relação ao depósito médio seguem na Tabela 5.4. Quando comparadas as caldas sem assistência de ar na ponta AXI, a calda sem adjuvante e Orobor N1 apresentaram os maiores depósitos, enquanto a calda Oro-solve o menor. Já na ponta JFC, a calda sem adjuvante obteve o maior depósito e as demais caldas os menores. Na ponta J3D, as caldas sem adjuvante e Orobor N1 mostraram os maiores depósitos, enquanto a calda Oro-solve e Wetcit Gold os menores.

Estudando a aplicação com assistência de ar, na ponta AXI a calda sem adjuvante obteve o maior depósito e as demais caldas os menores. Utilizando a ponta JFC, as caldas sem adjuvante e Orobor N1 mostraram os maiores depósitos, enquanto a calda Oro-solve e Wetcit Gold os menores. Na ponta J3D, a calda sem adjuvantes expressou maior depósito, seguido da calda Orobor N1 e após, a calda Oro-solve, a calda Wetcit Gold não diferiu aos dois anteriores.

Analisando as três pontas individualmente em cada calda sem assistência de ar, na calda sem adjuvante as pontas JFC e J3D apresentaram maiores depósitos, enquanto a

ponta AXI o menor. Na calda Oro-solve, a ponta JFC obteve maior depósito, enquanto a ponta AXI o menor, a ponta J3D não diferiu das duas. Nas caldas Wetcit Gold e Orobor N1, as pontas não diferiram estatisticamente.

Analisando as três pontas individualmente em cada calda com assistência de ar, na calda Oro-solve, a ponta JFC apresentou maior depósito, enquanto a ponta J3D o menor, a ponta AXI não diferiu das duas. Na calda Orobor N1, a ponta JFC obteve maior depósito, enquanto as pontas AXI e J3D os menores.

Quando comparado a assistência de ar, não houve diferença significativa para as três pontas sem adjuvante, utilizando Oro-solve e Wetcit Gold houve diferença apenas nas pontas JFC e J3D e no Orobor N1 na AXI e J3D, mostrando que quando encontrado diferença significativa a pulverização sem assistência de ar apresentou os melhores resultados.

**Tabela 5.4** – Médias dos Depósitos medianos (Dep med ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )) obtidos da interação calda, ponta e assistência de ar

Calda de pulverização	Ponta de pulverização	Assistência de ar							
		Sem				Com			
		Dep med ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )				Dep med ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			
Sem adjuvante	AXI	0,131	A	b	A	0,173	A	a	A
	JFC	0,237	A	a	A	0,210	A	a	A
	J3D	0,179	A	a	A	0,171	A	a	A
Oro-solve	AXI	0,084	B	b	A	0,067	B	ab	A
	JFC	0,129	B	a	A	0,083	B	a	B
	J3D	0,105	B	ab	A	0,054	C	b	B
Wetcit Gold	AXI	0,122	AB	a	A	0,090	B	a	A
	JFC	0,163	B	a	A	0,095	B	a	B
	J3D	0,110	B	a	A	0,066	BC	a	B
Orobor N1	AXI	0,128	A	a	A	0,085	B	b	B
	JFC	0,137	B	a	A	0,166	A	a	A
	J3D	0,187	A	a	A	0,096	B	b	B

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna 1 (Fator Calda), minúsculas na coluna 2 (Fator Ponta) e maiúscula itálico na linha (Fator Assistência de ar), diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

Os desdobramentos das interações significativas em relação ao depósito superior seguem na Tabela 5.5. Analisando as caldas em cada ponta (Tabela 5.5.A), na ponta AXI calda sem adjuvante apresentou maior depósito, seguido das caldas Wetcit Gold e Orobor N1 e após estas a Oro-solve. Na ponta JFC, as caldas sem adjuvante e Orobor N1 apresentaram

maior depósito, seguido das caldas Oro-solve e Wetcit Gold. Com a ponta J3D, a calda Oro-solve mostrou menor depósito em relação às demais.

Estudando as pontas dentro de cada calda (Tabela 5.5.A), na calda sem adjuvante a ponta J3D apresentou menor depósito comparado com as outras pontas. Nas caldas Oro-solve e Wetcit Gold, as pontas não diferiram estatisticamente. Na calda Orobor N1, a ponta AXI demonstrou menor depósito comparado com as outras pontas.

Na interação calda e assistência de ar (Tabela 5.5.B), quando não utilizada a assistência de ar a calda sem adjuvante apresentou maior depósito, seguido da calda Wetcit Gold e após Oro-solve, a calda Orobor N1 não diferiu do sem adjuvante e Wetcit Gold.

Já com a assistência de ar (Tabela 5.5.B), a calda sem adjuvantes e Orobor N1 apresentaram os maiores depósitos, seguidos da calda Wetcit Gold e após Oro-solve. Nas caldas sem adjuvante e Orobor N1, a assistência de ar não apresentou diferença significativa. As caldas Oro-solve e Wetcit Gold, sem assistência de ar apresentaram os maiores depósitos.

Na interação ponta e assistência de ar (Tabela 5.5.C), sem assistência de ar a ponta J3D apresentou maior depósito, seguido da ponta JFC e posteriormente a ponta AXI. Com assistência de ar, as pontas AXI e JFC obtiveram maiores depósitos, enquanto a ponta J3D o menor.

Com relação as pontas (Tabela 5.5.C), o modelo AXI apresentou maior depósito quando utilizada a assistência de ar, entretanto, a ponta J3D apresentou depósito superior sem assistência de ar e a ponta JFC, não diferiu estatisticamente com o uso ou não da assistência de ar.

Os depósitos de pulverização do extrato médio e superior apresentaram comportamento semelhante, em que os tratamentos sem adjuvante e pontas JFC e J3D proporcionaram os maiores resultados. Segundo Farinha *et al.* (2009), a deposição de calda em pulverização terrestre, utilizando várias pontas, em cultivares de soja no estádio R1, não encontraram bom desempenho, em relação à deposição de calda na parte basal, com o emprego de gotas finas, em ponta de jato cônico, concordando com o verificado com o presente trabalho utilizando a ponta JFC.

**Tabela 5.5** – Médias dos depósitos superiores (Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )) obtidos (A) Interação calda e ponta (B) Interação calda e assistência de ar (C) Interação ponta e assistência de ar

A									
Calda de pulverização	Ponta de pulverização								
	AXI			JFC			J3D		
	Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )		
Sem adjuvante	0,401	A	a	0,396	A	a	0,327	A	b
Oro-solve	0,201	C	a	0,203	B	a	0,184	B	a
Wetcit Gold	0,263	B	a	0,230	B	a	0,290	A	a
Orobor N1	0,290	B	b	0,437	A	a	0,326	A	a
B									
Assistência de ar									
Calda de pulverização	Assistência de ar								
	Sem			Com					
	Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )					
Sem adjuvante	0,375 A a			0,373 A a					
Oro-solve	0,215 C a			0,176 C b					
Wetcit Gold	0,292 B a			0,229 B b					
Orobor N1	0,337 AB a			0,365 A a					
C									
Assistência de ar									
Ponta de pulverização	Assistência de ar								
	Sem			Com					
	Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			Dep sup ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )					
AXI	0,256 C b			0,321 A a					
JFC	0,309 B a			0,323 A a					
J3D	0,346 A a			0,216 B b					

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna (Fator Calda/Calda/Ponta) e minúsculas na linha (Fator Ponta/Assistência de ar/Assistência de ar), diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

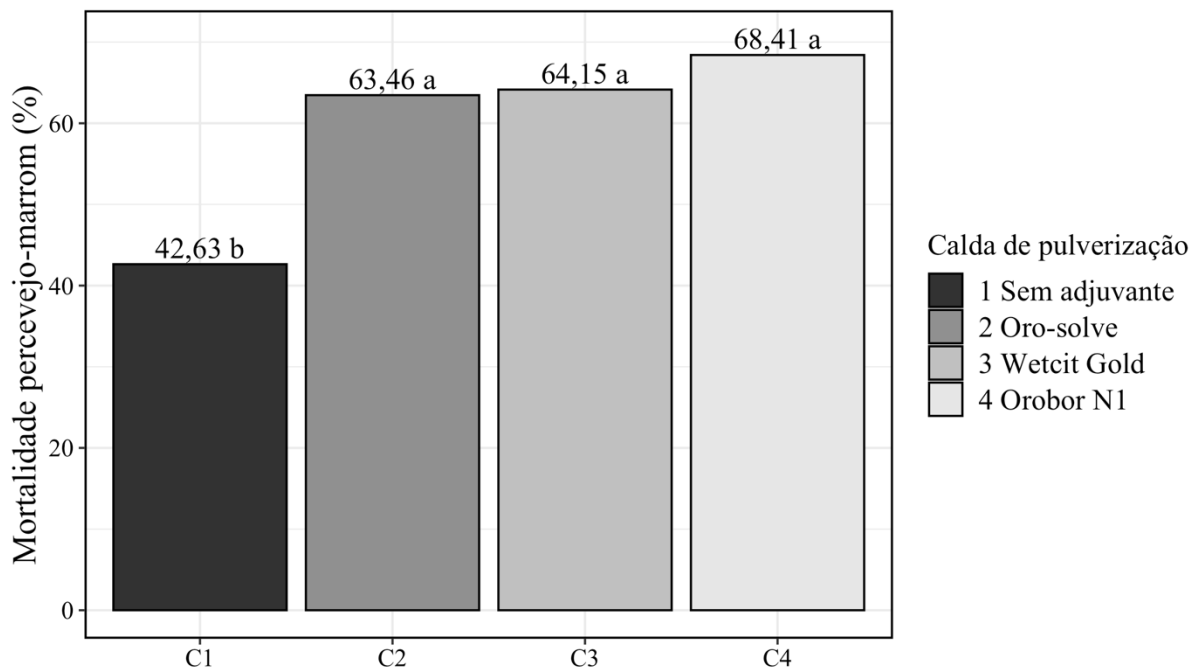
As comparações das caldas em relação a mortalidade do percevejo-marrom seguem apresentadas na Figura 5.5. As caldas com adjuvantes na mistura se mostraram mais eficientes no controle do inseto, na qual apresentaram mortalidade 20% superior. Entretanto as caldas com adjuvantes não diferiram entre si. Estes dados concordam com os encontrados por Di Oliveira (2010) onde a combinação inseticida e adjuvante auxiliou na maior cobertura e penetração das gotas e por consequência na eficiência de controle.

Esses resultados também corroboram com os dados de Ferrari; Roggia; Felix (2014) que, estudando um inseticida para controle de percevejos em soja, observaram que o uso de adjuvante proporcionou a manutenção da eficiência de controle de uma aplicação terrestre

com 50 L ha<sup>-1</sup>, comparativamente à aplicação realizada com volume de calda superior. Gotas pequenas são ideais, pois, para um mesmo volume de calda, as gotas de menor diâmetro ficam mais bem distribuídas na superfície da planta e proporcionam melhor cobertura do alvo (CUNHA, 2006).

Conforme observado com os resultados do presente trabalho com o uso de adjuvante houve menor risco de perdas por evaporação e deriva e maior chance das gotas atingirem o terço inferior da planta por estar em maior quantidade. Além disso, os adjuvantes podem modificar as propriedades da calda, melhorando a qualidade das gotas, aumentando o espalhamento e a adesão sobre a superfície foliar, concordando com o relatado por Kissmann (1998).

**Figura 5.5** – Médias das Mortalidades do percevejo-marrom (%) obtidos da calda de pulverização



Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

Os dados apresentados na Tabela 5.7 mostram os resultados dos quadrados médios para os efeitos simples e as interações, foi verificado efeito significativo da interação calda e data e entre ponta e data.

**Tabela 5.6** – Quadrados médios (QM) dos efeitos no comportamento populacional do percevejo-marrom após aplicação

FV	GL	QM
Calda de pulverização (F1)	3	5,33*
Ponta de pulverização (F2)	2	5,31*
Assistência de ar (F3)	1	0,43
Data de amostragem (F4)	2	9,98*
F1xF2	6	0,25
F1xF3	3	1,32
F1xF4	6	1,44*
F2xF3	2	1,43
F2xF4	2	2,35*
F3xF4	2	0,81
F1xF2xF3	6	1,41
F1xF2xF4	12	0,41
F1xF3xF4	6	0,58
F2xF3xF4	4	0,50
F1xF2xF3xF4	12	0,39
Resíduo	504	1,437
Média		2,01
CV (%)		74,36

\* Diferem pelo teste F ( $p < 0,05$ )

<sup>1</sup> Transformação dos dados  $\left[ y^{0,7} - \left( \frac{1}{0,7} \right) \right]$

**Fonte:** o próprio autor

Os desdobramentos das interações significativas em relação ao comportamento populacional do percevejo-marrom são apresentados na Tabela 5.8. Analisando as caldas nas diferentes datas (Tabela 5.7.A), no 1 DAA as caldas não diferiram. Em 3 DAA, a calda sem adjuvante apresentou maior número de percevejos, enquanto as caldas Oro-solve e Orobor N1 os menores. Em 6 DAA, as caldas sem adjuvante e Oro-solve obtiveram os maiores números de percevejos, em contrapartida a calda Wetcit Gold o menor.

Neste sentido, observa-se que o uso de adjuvantes nas caldas agrícolas melhora a absorção do produto, auxiliando assim na mortalidade do inseto mesmo 6 DAA, concordando com o afirmado por Cunha *et al.* (2010).

Estudando as diferentes datas (Tabela 5.7.A), na calda sem adjuvante, a 3 DAA apresentou maior número de percevejos e a 1 e 6 DAA os menores. Na calda Oro-solve, a 3 DAA obteve maior número de percevejos e 1 DAA o menor. Na calda Wetcit Gold, a 3 DAA mostrou maior número de percevejos e 6 DAA o menor. Na calda Orobor N1, a 1 e 3 DAA expressaram os maiores números de percevejos e 6 DAA o menor.

Corroborando com o presente trabalho, Arrué *et al.* (2014) verificaram que a adição dos adjuvantes Assist e Naturo'il ao inseticida clorantraniliprole auxiliaram no aumento da mortalidade de *Anticarsia gemmatalis* e maior efeito residual do produto.

Na interação ponta e data (Tabela 5.8.B), no 1 DAA a ponta AXI apresentou maior número de percevejos e a ponta JFC o menor. Em 3 DAA, as pontas AXI e J3D obtiveram os maiores números de percevejos, enquanto a ponta JFC o menor. A 6 DAA, a ponta J3D apresentou o maior número de percevejos, em contrapartida a ponta AXI o menor.

A interação data e ponta (Tabela 5.8.B), na ponta AXI a 1 e 3 DAA apresentaram os maiores números de percevejos e 6 DAA o menor. Na ponta JFC, as datas não diferiram. Na ponta J3D, a 3 DAA apresentou maior número de percevejos e a 1 e 6 DAA os menores.

**Tabela 5.7** – Médias do comportamento populacional do percevejo-marrom após aplicação obtidos (A) Interação calda e data (B) Interação ponta e data

A									
Calda de pulverização	1 DAA			Data de amostragem 3 DAA			6 DAA		
	Percevejo-marrom			Percevejo-marrom			Percevejo-marrom		
Sem adjuvante	2,06	A	b	3,22	A	a	2,20	A	b
Oro-solve	1,50	A	b	2,18	B	a	2,00	A	ab
Wetcit Gold	1,77	A	ab	2,43	AB	a	1,33	B	b
Orobor N1	1,81	A	a	2,02	B	a	1,54	AB	a

B									
Ponta de pulverização	1 DAA			Data de amostragem 3 DAA			6 DAA		
	Percevejo-marrom			Percevejo-marrom			Percevejo-marrom		
AXI	2,06	A	a	2,68	A	a	1,53	B	b
JFC	1,51	B	a	1,82	B	a	1,71	AB	a
J3D	1,78	AB	b	2,89	A	a	2,06	A	b

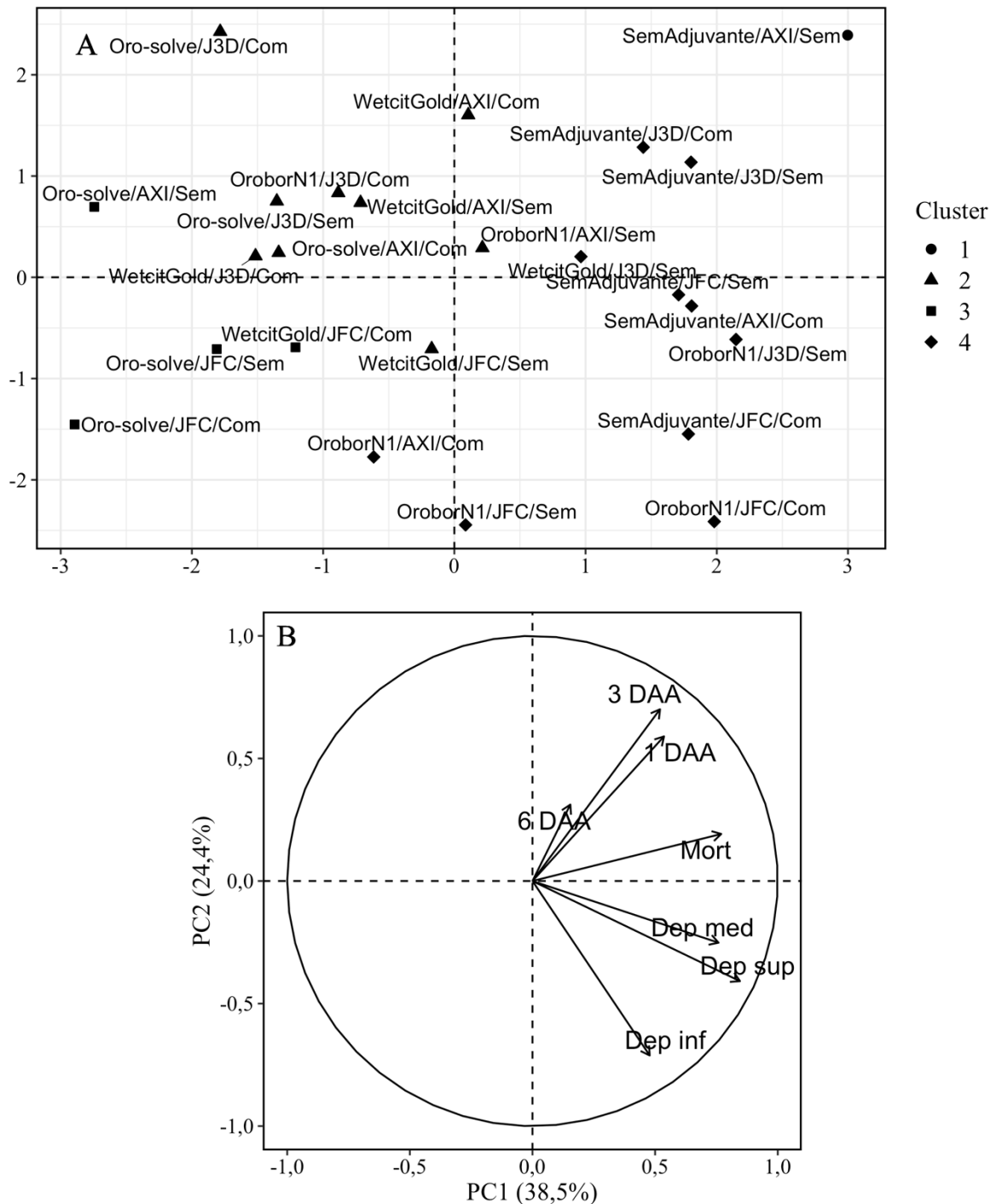
Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna (Fator Calda/Ponta) e minúsculas na linha (Fator Data/Data), diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

A análise de agrupamento relativo à similaridade das caldas de pulverização segundo as variáveis estudadas. Houve a formação de quatro grupos distintos, sendo o primeiro grupo (Cluster 1) representado apenas pelo tratamento SemAdjuvante/AXI/Sem, o segundo grupo (Cluster 2) pelas caldas Wetcit Gold e Oro-solve, com exceção dos tratamentos OroborN1/AXI/Sem e OroborN1/J3D/Com, o terceiro grupo (Cluster 3) pela calda Oro-solve, excluindo o tratamento WetcitGold/JFC/Com, enquanto com as caldas Sem adjuvante e Orobor N1, excluindo o tratamento Wetcit Gold/J3D/Sem, formaram o quarto grupo (Cluster 4) (Figura 5.6.A). Os resultados indicam que o depósito superior e depósito inferior, depósito superior e depósito mediano, mortalidade do percevejo-marrom e depósito mediano, mortalidade do percevejo-marrom e depósito inferior, mortalidade do percevejo-marrom e 1 DAA, mortalidade do percevejo-marrom e 3 DAA, 1 DAA e 3 DAA apresentaram correlação positiva.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada para identificar agrupamentos em relação ao depósito de pulverização nos estratos da soja (inferior, mediano e superior), mortalidade e o comportamento populacional do percevejo-marrom após aplicação. Foram selecionados os dois primeiros componentes principais, que juntos explicaram 62,9% da variação total (38,5% e 24,4% para Componente 1 e Componente 2 respectivamente) (Figura 5.6.B).

**Figura 5.6** – Análise de componentes principais através da dispersão dos tratamentos (A) e arranjo das variáveis (B)



Em que,

Dep inf é o depósito inferior

Dep med é o depósito mediano

Dep sup é o depósito superior

Mort é a mortalidade do percevejo-marrom

1 DAA, 3 DAA e 6 DAA é o comportamento populacional do percevejo-marrom avaliado um dia após aplicação, três dias após aplicação e seis dias após aplicação respectivamente

**Fonte:** o próprio autor

## 5.6 CONCLUSÕES

1. A combinação da calda Orobor N1 e ponta JFC independente da utilização ou não de assistência de ar, proporcionam maior depósito de pulverização do estrato inferior da soja.
2. A calda sem adjuvante combinado com as pontas JFC e J3D sem assistência de ar ou com as pontas AXI, JFC e J3D com assistência de ar e na calda Orobor N1 combinado com as pontas AXI e J3D sem assistência de ar ou com a ponta JFC com assistência de ar, proporcionam maior depósito de pulverização do estrato mediano da soja.
3. A calda sem adjuvante combinado com a ponta J3D sem assistência de ar ou com as pontas AXI e JFC com assistência de ar, proporcionam maior depósito de pulverização do estrato superior da soja.
4. Os adjuvantes proporcionam à calda inseticida de Engeo Pleno aumento na mortalidade do percevejo-marrom na soja.
5. O comportamento populacional do percevejo-marrom na última avaliação (6 DAA) é beneficiado, sobretudo pela calda Wetcit Gold e ponta AXI.

## 5.7 REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: VARGAS, L.; ROAMN, E.S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009, p.173-212.

ARAÚJO, D.; RAETANO, C. G. Adjuvantes de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. (Org.). **Tecnologia de Aplicação para Culturas Anuais**. 1.ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2011, p.27-46.

ARRUÉ, A.; GUEDES, J. V. C.; STORCK, L.; SWAROWSKY, A.; CAGLIARI, D.; BURTET, L. M.; ARNEMANN, J. A. Precipitação artificial após aplicação do inseticida clorantraniliprole associado com adjuvante em plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p. 2118-2123, 2014.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 271-276, 2000.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Society**, v. 26, p. 211-252, 1964.

CHRISTOVAM, R. S.; RAETANO, C. G.; PRADO, E. P.; DAL POGETTO, M. H. F.; AGUIAR JÚNIOR, H. O.; GIMENES, M. J.; SERRA, M. E. Airassistance and low volume application to control of Asian rust on soybean crop. **Journal of Plant Protection Research**, v. 50, p. 354-359, 2010.

COSTA, L. L.; CARNEIRO, Â. L. C. G.; DE SOUZA, A. D. V.; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. C. Caracterização da aplicação com diferentes inseticidas e pontas de pulverização na cultura da soja. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 2, p. 116-123, 2017.

COSTA, L. L.; AQUINO, N. C.; CARNEIRO, Â. L.; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. D. C. Insecticide spraying in soybean plants: different nozzles models and agrometeorological conditions. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 5, p. 673-679, 2018.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; SILVA, L. L.; BOLLER, W.; RODRIGUES, J. F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

DI OLIVEIRA, J. R. G.; FERREIRA, M. C.; ROMÁN, R. A. A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 92-99, 2010.

DEPIERI, R.; PANIZZI, A. R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 197-203, 2011.

FARINHA, J. V.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estágio R1. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

FERRARI, F.; ROGGIA, S.; FELIX, L. F. Efeito do volume de calda adjuvante e horário de aplicação sobre a eficiência de controle percevejos da soja. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 9., 2014, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p.111-118.

FREITAS, M. C. M. A Cultura da soja no Brasil: O Crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera—Centro Científico Conhecer**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v. 48, n. 2, p. 157-161. 1955.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, JVC.; DORNELLES, S.H.B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.39-51.

MOTA, A. A. B. **Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes**. 2011. 74 f. Tese (doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, Curso de Agronomia, São Paulo, 2011.

NASCIMENTO, J. M.; SOUZA, C. M. A.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; FENGLER, G. W. Controle de ferrugem asiática da soja utilizando-se de diferentes pontas de pulverização em Maracaju-MS. **Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 18, n. 1, p. 1-6, 2009.

OLIVEIRA, R. B.; MARUBAYASHI, R. Y. P.; GANDOLFO, M. A.; ALVES, K. A. Brilliant blue dye removal in fungicide spraying. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 3, p. 611-617, 2017.

PENTAIR. **Hypro Nozzles – Defy 3D Nozzles: Inclined flat fan nozzle for optimum spray coverage**. Acesso em jan.2020. Disponível em: [https://www.kramp.com/pdf/nl\\_NL/defy\\_3d\\_nl.pdf](https://www.kramp.com/pdf/nl_NL/defy_3d_nl.pdf)

PRO OPERATOR. **Autumm application special in association with Syngenta – Best practice in the field**. Acesso em jan.2020. Disponível em: <https://eioperator.com/wp-content/uploads/2018/04/MWR-Media-24pp-Syngena-Special.pdf>

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

ROGGIA, S.; Utiamada, C. M.; Hirose, E.; Stoetzer, A.; Avila, C. J.; Kischel, E.; MARZAROTTO, F. O.; TOMQUELSKI, G. V.; GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; GRIGOLLI, J. F. J.; FARIAS, J. R.; VIVAN, L. M.; SATO, L. N.; PEIXOTO, M. F.; GOUSSAIN JUNIOR, M. M.; TAMAI, M. A.; OLIVEIRA, M. C. N.; MARTINS, M. C.; BELLETTINI, S.; BORATTO, V. N. M.; NASCIMENTO V. L.; VENANCIO, W. S. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra

2013/14: resultados sumarizados de ensaios cooperativos. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2018.

SILVA, F. A. C.; SILVA, J. J.; DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.41, p.386-390, 2012.

YU, Y.; ZHU, H.; FRANTZ, J. M.; REDING, M. E.; CHAN, K. C.; OZKAN, H. E. Evaporation and coverage area of pesticide droplets on hairy and waxy leaves. **Biosystems Engineering**, v. 104, n. 3, p. 324-334, 2009.

## 6 ARTIGO B – USO DE ADJUVANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA CALDA E MORTALIDADE DO *EUSCHISTUS HEROS*

### 6.1 RESUMO

O constante monitoramento de percevejos na cultura da soja e seu manejo de forma adequada, priorizando a utilização de tecnologias de aplicação que aprimorem a qualidade e eficiência da operação, pode favorecer o controle. O objetivo do estudo foi avaliar a interação dos adjuvantes na calda inseticida de Engeo Pleno nas propriedades físico-químicas, estabilidade das caldas e mortalidade do percevejo-marrom. As variáveis físico-químicas avaliadas foram tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade, pH e condutividade elétrica. A estabilidade das caldas avaliou os possíveis efeitos das interações entre os produtos quanto a homogeneidade/heterogeneidade, sendo: floculação, sedimentação, separação de fases, suspensão de óleo, formação de grumos, formação de cristais, formação de creme e formação de espuma. As recomendações descritas nas avaliações dos tratamentos, obtendo-se assim as estatísticas descritivas. Os adultos de percevejo-marrom, foram coletadas a campo, nas coordenadas geográficas: S 23°11'17,0" e W 51°10'32,5", Datum WGS 84. Os bioensaios foram realizados com o auxílio de microaplicador, onde cada percevejo foi tratado na região pronotal, com 2 µL de suspensão e a mortalidade foi avaliada após 72 horas. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos (água, sem adjuvante, Oro-solve, Wetcit Gold e Orobor N1). A mortalidade do inseto foi corrigida utilizando a fórmula de Schneider-Orelli. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Ainda foi utilizada a análise multivariada, para detalhar e quantificar a importância de cada variável na variabilidade dos dados e interações entre as variáveis resposta. O efeito dos adjuvantes nas características físico-químicas das caldas depende de sua composição química e da interação com o produto fitossanitário.

**Palavras-chave:** tecnologia de aplicação, percevejo-marrom, controle químico.

## USE OF ADJUVANTS ON THE CHARACTERISTICS OF THE SYRUP AND THE MORTALITY OF *EUSCHISTUS HEROS*

### 6.2 ABSTRACT

The constant monitoring of stink bugs in the soybean culture and its proper handling, prioritizing the use of application technologies that improve the quality and efficiency of the operation, can favor control. The aim of the study was to evaluate the interaction of adjuvants in Engeo Pleno's insecticidal syrup in the physicochemical properties, stability of the syrups and mortality of the brown stink bug. The physicochemical variables evaluated were surface tension, contact angle, viscosity, pH and electrical conductivity. The stability of the mixtures was evaluated for the possible effects of interactions between products in terms of homogeneity/heterogeneity, being: flocculation, sedimentation, phase separation, oil suspension, lump formation, crystal formation, cream formation and foam formation. The recommendations described in the treatment evaluations, thus obtaining descriptive statistics. The adult stink bugs were collected in the field, at the geographic coordinates: S 23 ° 11'17.0 "and W 51 ° 10'32.5", Datum WGS 84. The bioassays were performed with the aid of a microapplicator, where each bug was treated in the pronotal region, with 2 µL of suspension and mortality was assessed after 72 hours. A completely randomized design was used, consisting of five treatments (water, without adjuvant, Oro-solve, Wetcit Gold and Orobor N1). Insect mortality was corrected using the Schneider-Orelli formula. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). Multivariate analysis was also used to detail and quantify the importance of each variable in the variability of data and interactions between response variables. The effect of adjuvants on the physical-chemical characteristics of the mixtures depends on their chemical composition and the interaction with the phytosanitary product.

**Key-words:** application technology, brown stink bug, chemical control.

### 6.3 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max*, é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, apresentando grande importância econômica nas exportações de grãos e de seus derivados, sendo um produto utilizado tanto para o consumo animal, quanto para o consumo humano (NEVES *et al.*, 2013; ANTUNES *et al.*, 2012).

Dos insetos-praga presentes na cultura da soja, os percevejos fitófagos são considerados os principais causadores de perdas na produção da cultura, sendo os percevejos pentatomídeos os de maior importância na cultura (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014).

Dentre os percevejos fitófagos que atacam a cultura da soja, destaca-se o percevejo-marrom, *Euschistus heros*, por ser a espécie mais abundante na região neotropical, incluindo o Brasil (PANIZZI; BUENO; FERREIRA, 2012; KRINSKI *et al.*, 2013), podendo seus danos chegar a 30% de perdas na produção de soja (VIVAN; DEGRANDE, 2011).

Para reduzir os prejuízos causados por percevejos na soja, tem-se utilizado frequentemente aplicações de inseticidas químicos na cultura, porém, nem sempre com bons resultados de eficiência de controle dessas pragas (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010).

Uma estratégia importante a ser utilizada em aplicações agrícolas e que pode ajudar a melhorar o controle de percevejos na soja é a adição de adjuvante, pois este se caracteriza como qualquer substância que, facilita a aplicação, reduz perdas e riscos durante o processo e melhora o desempenho do agente químico de controle (GELMINI *et al.*, 2002). Porém, cada adjuvante possui propriedades específicas, e a seleção adequada é importante para uma aplicação eficiente (KISSMANN, 1998).

No entanto, a interação adjuvante e produto fitossanitário é um processo complexo que envolve muitos aspectos físico-químicos, que podem variar de acordo com as condições de cada aplicação (STAINIER *et al.*, 2006). É muito importante conhecer as características físico-químicas das caldas de pulverização de forma a entender a função de seus componentes, uma vez que existe pouca informação a esse respeito e sobre os fatores que as influenciam (DE SCHAMPHELEIRE *et al.*, 2008).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito em calda inseticida de Engeo Pleno proporcionado pela adição de adjuvantes nas propriedades físico-químicas, estabilidade das caldas e na mortalidade do percevejo-marrom.

#### 6.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em laboratório, no qual as análises das propriedades físico-químicas e estabilidade das caldas de pulverização realizadas no Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA), pertencente a Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal-SP e a mortalidade do percevejo-marrom no Laboratório de Criação de Percevejos, pertencente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja), Londrina-PR.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), constituído por quatro caldas de pulverização e uma testemunha (Água), totalizando cinco tratamentos descritos na Tabela 6.1.

As aplicações foram realizadas com o inseticida lambda-cialotrina 141 g L<sup>-1</sup> + tiametoxam 106 g L<sup>-1</sup> (Engeo Pleno<sup>®</sup>, Syngenta). A opção foi baseado em resultados sumarizados de ensaios cooperativos de eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom em soja, na safra 2013/2014, em que foi observado que o referido produto combina bom desempenho de eficiência de controle do percevejo-marrom, produtividade relativa e menor taxa de grãos de soja picados (ROGGIA *et al.*, 2018).

A escolha dos adjuvantes foi resultado de uma parceria público privado, entre a Embrapa Soja e *Orange Oil for Agriculture* (ORO AGRI<sup>®</sup>). Os três adjuvantes selecionados apresentam na sua composição o óleo da casca da laranja, são eles: Oro-solve<sup>®</sup> um fertilizante mineral simples com Enxofre nanoparticulado (585 g L<sup>-1</sup>), Wetcit<sup>®</sup> Gold um surfactante à base do óleo de casca de laranja (60 g L<sup>-1</sup>) e Orobor<sup>™</sup> N1 um fertilizante foliar misto composto por Nitrogênio (10,23 g L<sup>-1</sup>) e Boro (2,05 g L<sup>-1</sup>) (Figura 6.1).

**Tabela 6.1** – Descrição dos tratamentos

Tratamento	Calda de pulverização <sup>1</sup>	Dose (mL 100 L <sup>-1</sup> )
1	Água (Testemunha)	
2	Sem Adjuvante	
3	Oro-solve	1500
4	Wetcit Gold	250
5	Orobor N1	250

<sup>1</sup> Todas as caldas contêm o inseticida Engeo Pleno (250 mL 100 L<sup>-1</sup>) (Exceto Água)  
A citação de nomes comerciais não indica a recomendação ou anuência do autor

**Fonte:** o próprio autor

**Figura 6.1** – Adjuvantes utilizados no experimento



**Fonte:** ORO AGRI, 2020

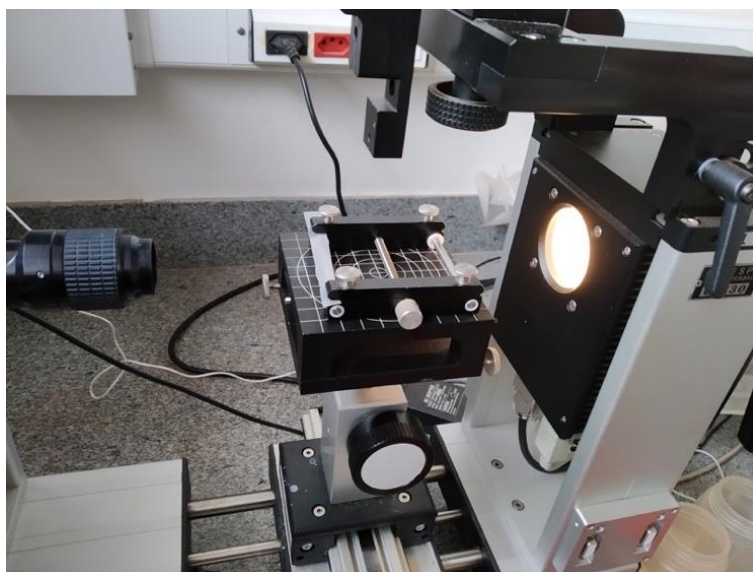
As variáveis resposta analisadas foram tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade, pH, condutividade elétrica, estabilidade da calda e mortalidade do percevejo-marrom.

#### 6.4.1 Tensão Superficial E Ângulo De Contato

As medidas de tensão superficial e ângulo de contato das caldas foram realizadas em parafilme através de um tensiômetro automático, modelo OCA 15 Plus, da Dataphysics Germany (Figura 6.2). A tensão superficial foi determinada pelo método da gota pendente, em que imagem da gota formada na extremidade de uma agulha em uma seringa é capturada por uma câmera e o equipamento analisa o formato da gota por assimetria de eixos (Axisymmetric Drop Shape Analysis–ADSA).

Um software específico que utiliza uma posição ideal como linha de referência no campo de imagem foi utilizado para que se identifique o ponto chave para o início da gravação das imagens. A tensão superficial e o ângulo de contato foram determinados através da digitalização e análise do perfil da gota, utilizando para ajuste a equação de Young-Laplace (FERREIRA; LASMAR, 2012). Foram realizadas quatro repetições por tratamento.

**Figura 6.2** – Equipamento para determinação da tensão superficial e ângulo de contato



**Fonte:** o próprio autor

#### 6.4.2 Viscosidade

A viscosidade foi medida por um viscosímetro Brookfield, modelo LVDV-I Prime (Figura 6.3). O aparelho utiliza cilindros de diâmetros diferentes selecionados conforme a viscosidade do fluido. Para esse trabalho foi utilizado um cilindro de diâmetro externo de 250 mm e rotação de 100 RPM, conforme a recomendação do fabricante. Foram realizadas quatro repetições por tratamento.

**Figura 6.3** – Equipamento para determinação da viscosidade



**Fonte:** o próprio autor

#### 6.4.3 Ph E Condutividade Elétrica

O pH foi medido com pHmetro Quimis®, modelo Q400AS e a condutividade elétrica com condutímetro Marth®, modelo MP11P (Figura 6.4). Foram realizadas três repetições por tratamento.

**Figura 6.4** – Equipamentos para determinação do pH e da condutividade elétrica



**Fonte:** o próprio autor

#### 6.4.4 Estabilidade Da Calda

A avaliação de estabilidade de caldas foi baseada na metodologia na NBR 13875 (Agrotóxico – Avaliação de compatibilidade físico-química) (ABNT, 2014). O preparo das caldas foi realizado com o reagente água-padrão com dureza total de  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$  em equivalente de  $\text{CaCO}_3$ , preparada conforme a NBR 13074 (ABNT, 1997). Foi utilizada uma proveta graduada de 250 mL com tampa, peneira de tecido metálico com abertura nominal de  $149 \mu\text{m}$  conforme a NBR NM-Isso 3310-1 (ABNT, 2010) e pipeta graduada. Posteriormente, a proveta foi tampada e invertida por 10 vezes para uma boa homogeneização.

As avaliações das caldas foram realizadas no intervalo de separação imediata após a mistura. Foram observados os possíveis efeitos das interações entre os produtos quanto a homogeneidade/heterogeneidade, sendo: floculação; sedimentação; separação de fases; suspensão de óleo; formação de grumos; formação de cristais; formação de creme e formação de espuma (ABNT, 2014) (Figura 6.5).

As recomendações descritas nas avaliações de cada tratamento serão dadas em função da média de três repetições, obtendo-se assim as estatísticas descritivas. Diante destas avaliações, será possível verificar a compatibilidade física dos produtos fitossanitários, a qual é a primeira característica a ser observada em combinações em tanque.

**Figura 6.5** – Estabilidade das caldas de pulverização

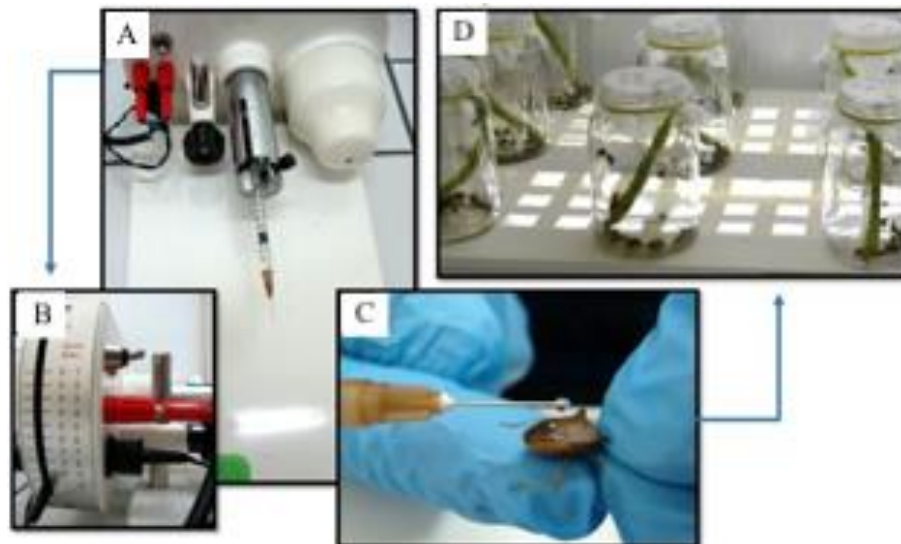


**Fonte:** o próprio autor

#### 6.4.5 Mortalidade De Percevejos Marrom

Os adultos de percevejo-marrom foram coletados a campo em região produtora de soja, coordenadas geográficas S 23°11'17,0" e W 51°10'32,5", Datum WGS 84. Os insetos foram transportados para o laboratório e mantidos em quarentena. Os bioensaios foram realizados com o auxílio do microaplicador Burkard Manufacturing Co. Ltd. Rickmansworth Hertfordshire, modelo WD31PJ. Onde cada percevejo foi tratado na região pronotal, com 2  $\mu$ L de suspensão e as testemunhas tratadas com 2  $\mu$ L de água. A mortalidade foi avaliada após 72 horas e apenas foram considerados mortos quando não apresentavam movimentação ao serem tocados com pincel (Figura 6.6).

**Figura 6.6** – Aplicação tópica em adultos de percevejo-marrom: Microaplicador (A) Dosador (B) Aplicação tópica (C) Frascos esterilizados e vagens como alimento após aplicação (D)



**Fonte:** Patricia Elizabeth Husch

Para obter uma margem para comparações das mortalidades entre os tratamentos, foi determinado a concentração letal do inseticida Engeo Pleno com probabilidade de causar mortalidade a 50% da população de percevejos-marrom ( $CL_{50}$ ), através da construção da curva de concentração-mortalidade.

A aplicação foi realizada em diferentes concentrações de ingrediente ativo na suspensão (0; 0,01; 0,03; 0,07; 0,19; 0,47; 1,17; 2,92; 7,3  $\mu\text{g}$ ). Foram utilizados 20 insetos para cada concentração do inseticida. Os dados foram submetidos à análise linear generalizada, família binomial, modelo probit.

Determinado a  $CL_{50}$  que foi de 0,7  $\mu\text{g}$ , seguiu-se com a aplicação do inseticida na concentração calculada. Nesta etapa, foram realizadas quatro repetições por tratamento e 25 insetos por unidade experimental. Os dados de mortalidade do percevejo-marrom foram corrigidos através da Equação 6.1 de Schneider-Orelli, descrita por Püntener (1981).

Foram realizadas três repetições por tratamento.

**Equação 6.1** – Equação de Schneider-Orelli

$$MC = \left( \frac{MPT - MPC}{100 - MPC} \right) \times 100$$

Em que,

MC é a mortalidade corrigida (%)

MPT é a mortalidade na parcela tratada (%)

MPC é a mortalidade na parcela controle (%)

#### 6.4.6 Análise Estatística

Os dados foram verificados quanto a normalidade dos erros, homogeneidade das variâncias e independência dos erros, através dos testes de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ), Bartlett ( $p > 0,05$ ) e Durbin-Watson ( $p > 0,05$ ), respectivamente. Quando não atendidas as pressuposições anteriores, foram transformados de acordo com a metodologia proposta por Box e Cox (1964).

Posteriormente, estes foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Ainda foi utilizada a análise de dados multivariado de componentes principais e de agrupamento *kmeans*, a fim de verificar tratamentos similares e as correlações entre às variáveis analisadas. As análises estatísticas foram processadas com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2020).

## 6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 6.2 mostram os resultados dos quadrados médios, em que foi verificado efeito significativo da calda de pulverização na tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade, pH, condutividade elétrica e mortalidade do percevejo-marrom.

**Tabela 6.2** – Quadrados médios (QM) dos efeitos na tensão superficial (Tensão), ângulo de contato (Ângulo), viscosidade (Viscos), pH (pH), condutividade elétrica (CE) e mortalidade do percevejo-marrom (Mort)

FV	GL	QM	QM	QM	GL	QM	QM	GL	QM
		Tensão	Ângulo <sup>1</sup>	Viscos		pH	CE		Mort
Calda de pulverização	4	1741,61*	4002,30*	0,00083*	4	0,82*	74713*	4	4843,40*
Resíduo	15	0,07	19,50	0,00008	10	0,01	21	15	80,90
Média		46,79	79,50	1,33		9,18	149,77		58,31
CV (%)		40,93	36,84	1,16		5,37	97,59		56,45

\* Diferem pelo teste F ( $p < 0,05$ )

<sup>1</sup> Transformação dos dados  $\left(\frac{1}{y}\right)$

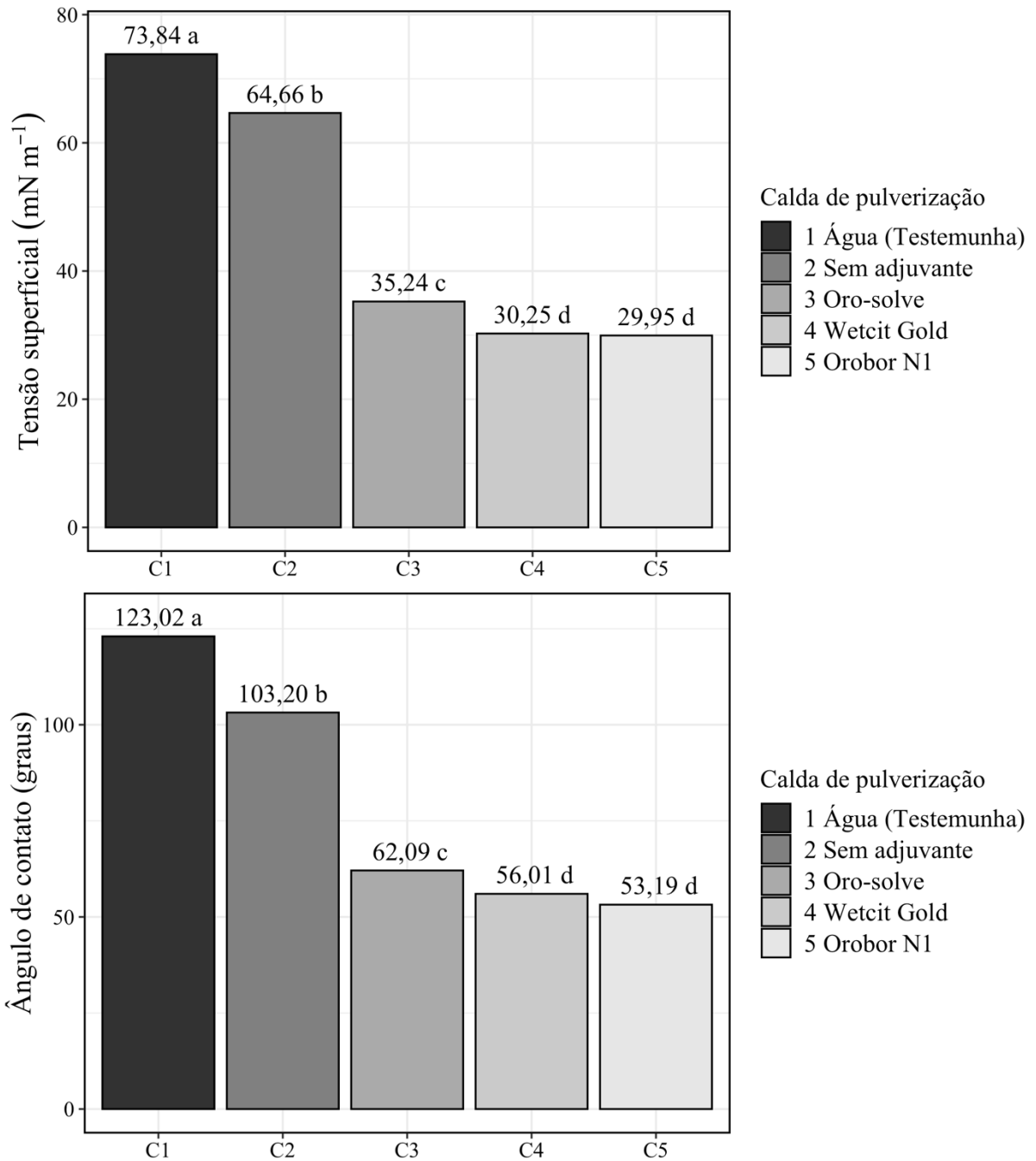
**Fonte:** o próprio autor

As comparações das caldas em relação a tensão superficial e ao ângulo de contato estão apresentadas na Figura 6.7. As comparações das caldas para ambas as variáveis foram semelhantes, onde as caldas com Wetcit Gold e Orobor N1 apresentaram as menores tensões e ângulos, seguido do Oro-solve, posterior sem adjuvante e por último água.

De forma geral, nota-se que os próprios produtos fitossanitários têm capacidade de reduzir a tensão superficial das caldas. Portanto, assim como descrito por Iost e Raetano (2010), no presente trabalho a tensão superficial influenciou diretamente a capacidade de espalhamento das gotas, sendo que quanto menor a tensão superficial do líquido, menor o ângulo de contato e conseqüentemente maior foi o espalhamento das gotas, conforme apresentado nas fotos apresentados na Figura 6.8.

Resultados semelhantes foram verificados por Mendonça, Raetano e Mendonça (2007) que avaliaram a adição de óleo mineral ou vegetal à água reduziu significativamente a tensão superficial da calda, embora as modificações tenham dependido não apenas da origem do óleo, mas também da sua concentração na calda de pulverização.

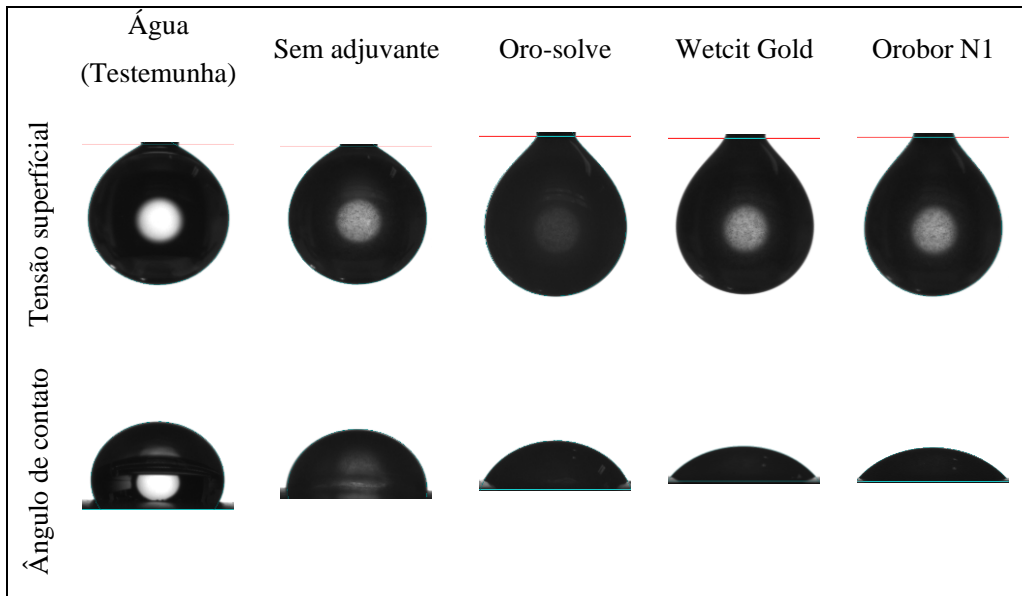
**Figura 6.7** – Médias da tensão superficial ( $\text{mN m}^{-1}$ ) e ângulo de contato (graus) obtidas das caldas de pulverização



Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

**Figura 6.8** – Fotos da tensão superficial e ângulo de contato das caldas de pulverização

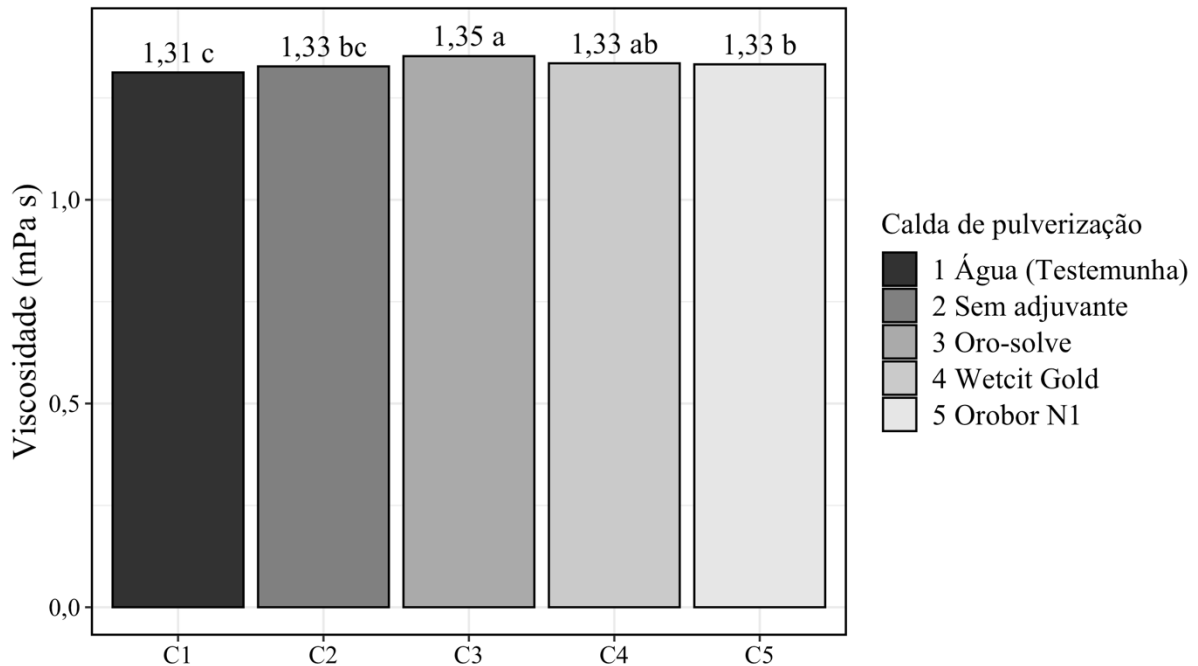


Fonte: o próprio autor

As comparações das caldas em relação a viscosidade seguem na Figura 6.9. A calda com Oro-solve apresentou a maior viscosidade, seguido da calda com Orobor N1 e após a água, a calda com Wetcit Gold não se diferenciou estatisticamente do Oro-solve e do Orobor N1, e a calda sem adjuvante não diferiu do Orobor N1 e da água.

Sasaki *et al.* (2015) e Cunha, Bueno e Ferreira (2010), também verificaram alteração na viscosidade de diferentes caldas de pulverização, corroborando com o presente trabalho. A viscosidade da calda em uma pulverização é de grande importância, pois pode alterar o diâmetro das gotas pulverizadas (CHAIM; PESSOA; FERRACINI, 2002), e a modificação deste parâmetro pode comprometer a pulverização pois aumenta os riscos de perdas.

**Figura 6.9** – Médias da viscosidade (mPa s) obtidas das caldas de pulverização

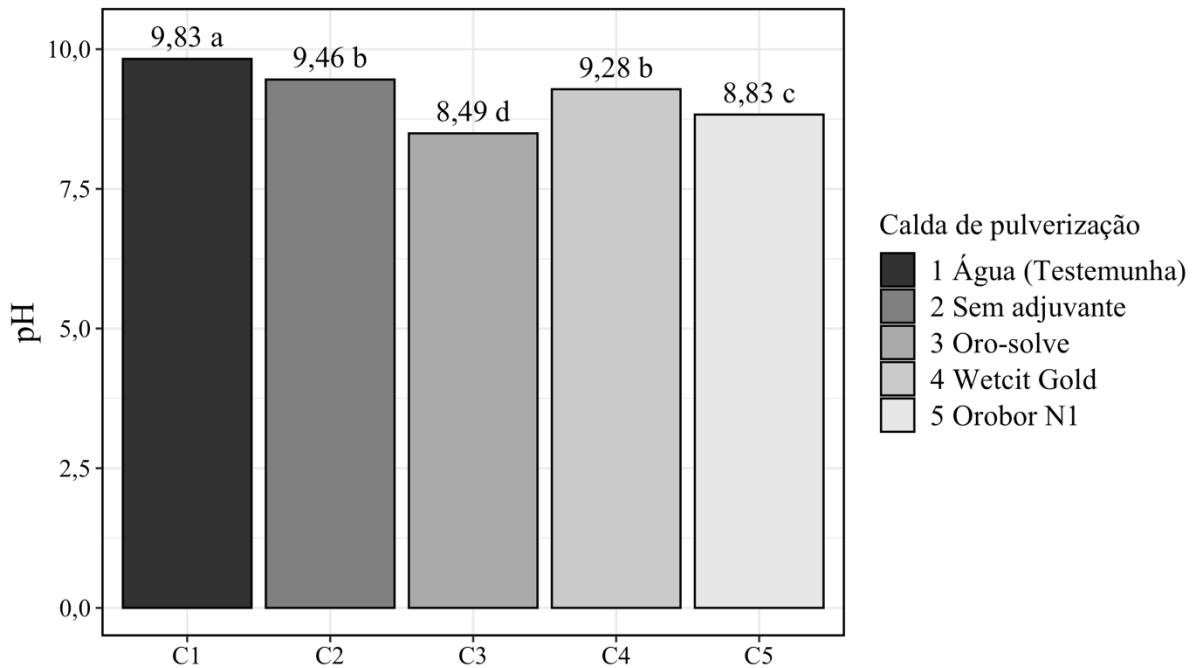


Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

As comparações das caldas em relação ao pH seguem na Figura 6.10. A calda com apenas água apresentou o maior pH, seguido do sem adjuvante e Wetcit Gold e em seguida Orobor N1 e por último Oro-solve.

Cunha e Alves (2009) avaliaram diferentes soluções aquosas e verificaram que, dependendo do tipo de produto, houve redução do pH e aumento da condutividade elétrica da solução, o que corrobora com os resultados deste trabalho. Porém, Cunha *et al.* (2010), observaram pouca variação quanto aos parâmetros pH e condutividade elétrica com o uso de adjuvantes, discordando dos dados deste trabalho em que Oro-solve e Orobor N1 resultaram em diferença significativa em relação a calda sem adjuvante.

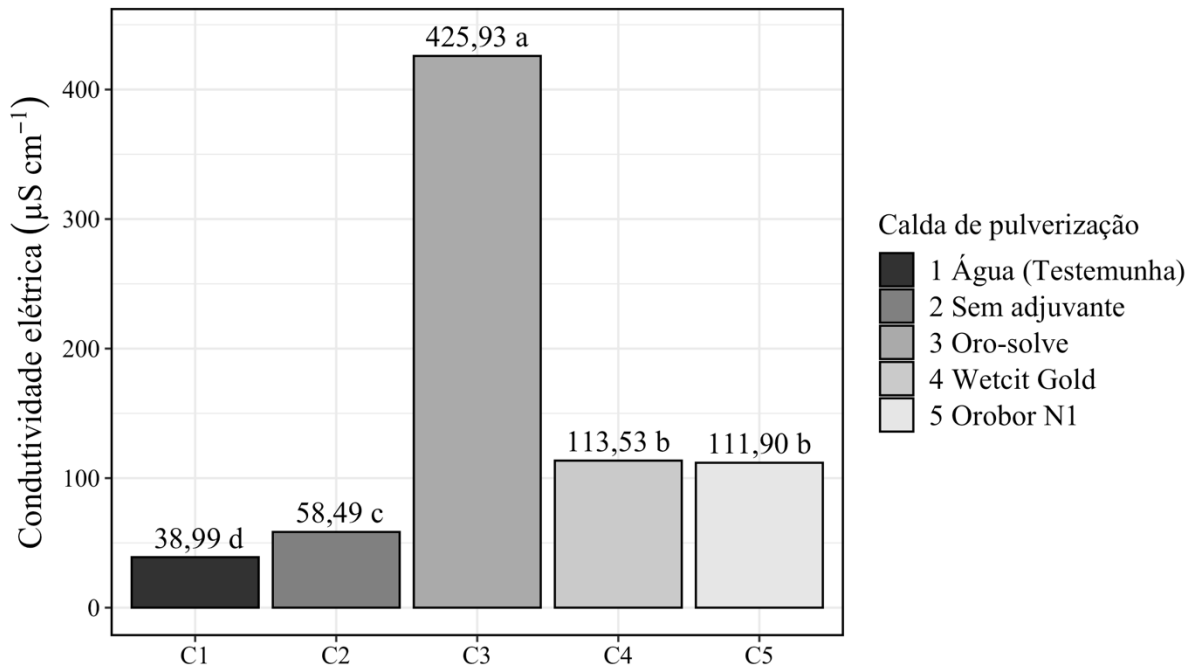
**Figura 6.10** – Médias do pH obtidos das caldas de pulverização

Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

As comparações das caldas em relação à condutividade elétrica seguem apresentadas na Figura 6.11. O Oro-solve apresentou a maior condutividade, seguido de Wetcit Gold e Orobor N1 e depois sem adjuvante e por último água.

Outras características influenciadas pelos adjuvantes são o pH e a condutividade elétrica. Elas, segundo Kissmann (1997), influem no resultado da aplicação visto que podem acelerar a degradação do produto fitossanitário. Além disso, a constante de dissociação de muitas moléculas depende do pH, influenciando na absorção pelos tecidos vegetais.

**Figura 6.11** – Médias da condutividade elétrica obtidos das caldas de pulverização

Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** o próprio autor

Os possíveis efeitos das interações entre os produtos quanto a homogeneidade/heterogeneidade seguem na Tabela 6.5. Podemos observar que nenhuma das caldas de pulverização apresentaram floculação, separação de fases, suspensão em óleo, cristais e espuma. Entretanto, apresentaram sedimento nas caldas sem adjuvante, Oro-solve e Orobor N1, grumo e creme somente na calda Oro-solve. Também foi observado nas caldas sem adjuvante e Orobor N1 a característica de redispersão. Então, para manter a mistura homogênea durante toda a aplicação faz-se necessário o uso de sistemas de agitação eficientes no tanque de pulverização.

**Tabela 6.3** – Estabilidade das caldas de pulverização

Calda de pulverização	Floculação	Sedimento	Separação de fases	Suspensão em óleo	Grumo	Cristais	Creme	Espuma	Redispersa
Sem adjuvante		X							X
Oro-solve		X			X		X		
Wetcit Gold									
Orobor N1		X							X

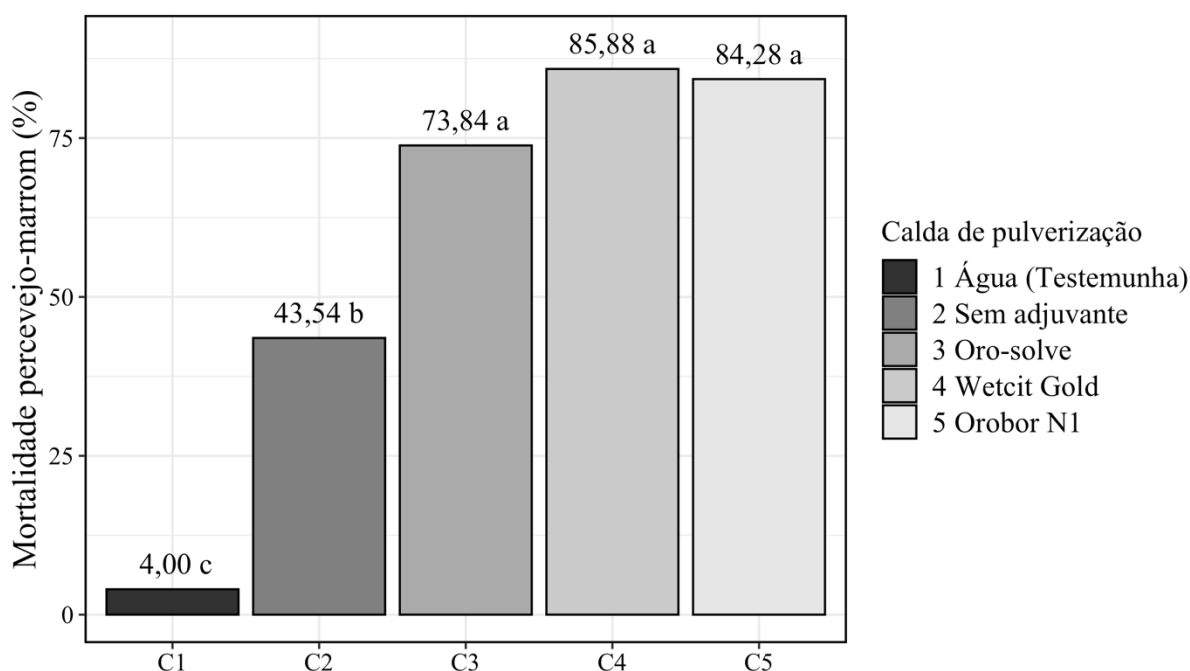
**Fonte:** o próprio autor

As comparações das caldas em relação a mortalidade do percevejo-marrom são apresentadas na Figura 6.12. As caldas com adjuvantes na mistura se mostraram mais eficientes na mortalidade do inseto, entretanto, não diferindo entre si. A adição dos adjuvantes na calda inseticida aumentou em mais de 30% a mortalidade.

O uso dos adjuvantes acarretou maior molhabilidade do inseto, aumentando a eficiência do produto fitossanitário, conforme também relatado por Taylor (2011), destaca que a retenção da calda no alvo é de grande importância na efetividade biológica dos fitossanitários, principalmente em superfícies de difícil fixação, como no caso do presente trabalho o pronotal do inseto.

A tensão superficial das gotas e sua interação com a superfície-alvo influenciam não só a molhabilidade, mas também o processo de absorção, que é fundamental para a efetividade da aplicação, concordando com o observado por Silva-Matte *et al.* (2014).

**Figura 6.12** – Médias da mortalidade do percevejo-marrom (%) obtidos das caldas de pulverização



Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

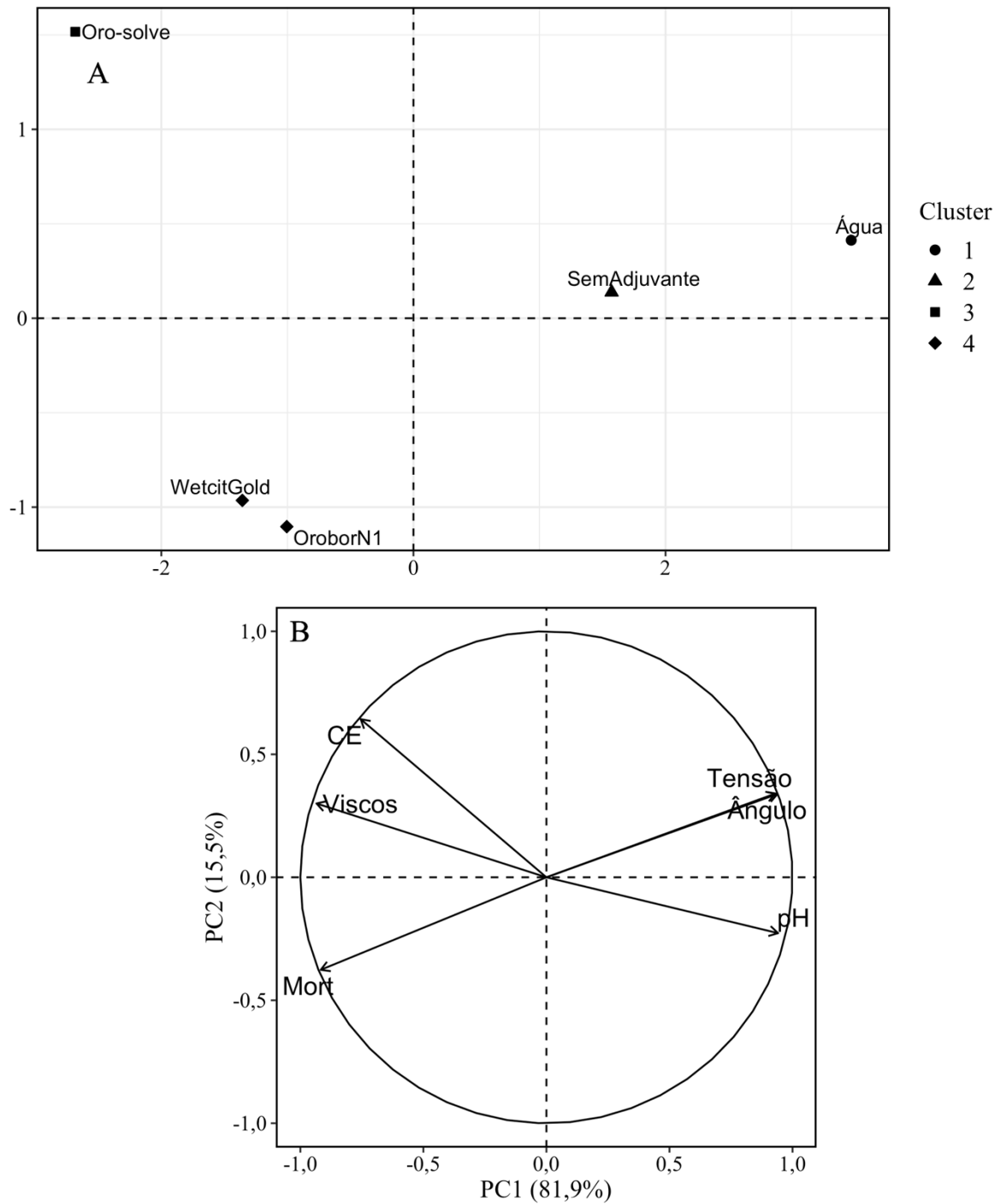
**Fonte:** o próprio autor

A análise de agrupamento relativo à similaridade das caldas de pulverização segundo as variáveis estudadas. Houve a formação de quatro grupos distintos, sendo o primeiro grupo (Cluster 1) representado pela água, o segundo grupo (Cluster 2) pela calda Sem adjuvante, o terceiro grupo (Cluster 3) pela calda Oro-solve e finalmente o quarto grupo

(Cluster 4) pelas caldas Orobor N1 e Wetcit Gold (Figura 6.13.A). Os resultados indicam que a tensão superficial e o ângulo de contato, viscosidade e condutividade elétrica apresentaram correlação positiva. Enquanto, a mortalidade e a tensão superficial, mortalidade e ângulo de contato, viscosidade e pH correlação negativa.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada para identificar agrupamentos em relação as características físico-químicas da calda e a mortalidade do percevejo-marrom. Foram selecionados os dois primeiros componentes principais, que juntos explicaram 95,5% da variação total (80,9% e 14,6% para Componente 1 e Componente 2 respectivamente) (Figura 6.13.B). Os tratamentos do quarto grupo favoreceram a mortalidade dos percevejos, os do terceiro grupo favoreceram a viscosidade e condutividade elétrica, enquanto o primeiro e o segundo grupo foi associado a tensão superficial, ângulo de contato e pH.

**Figura 6.13** – Análise de componentes principais através da dispersão das caldas de pulverização (A) e arranjo das variáveis (B)



Em que,

Tensão é a Tensão superficial

Ângulo é o Ângulo de contato

Viscos é a Viscosidade

pH é o pH

CE é a Condutividade elétrica

Mort é a Mortalidade do percevejo-marrom

**Fonte:** o próprio autor

## 6.6 CONCLUSÕES

1. O efeito dos adjuvantes nas características físico-químicas da calda inseticida de Engeo Pleno depende de sua composição química e da interação com o produto fitossanitário.
2. Os adjuvantes proporcionam à calda inseticida de Engeo Pleno redução na tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade e pH da calda. E por outro lado essa associação, aumenta a condutividade elétrica da calda e a mortalidade do percevejo-marrom.
3. Novos estudos são necessários para avaliar o efeito de adjuvantes associados, sobretudo em experimentos à campo.

## 6.7 REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. F. G.; MERCANTE, E.; ESQUERDO, J. C. D. M.; LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V. Estimativa de área de soja por classificação de imagens normalizada pela matriz de erros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1288-1294, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13074**: Agrotóxicos – Preparação de água-padrão para ensaios. Rio de Janeiro, abr. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM ISO 3310-1**: Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação. Rio de Janeiro, out. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13875**: Agrotóxico - Avaliação de compatibilidade físico-química. Rio de Janeiro, dez. 2014.

AVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. Pragas de soja e seu controle. **Embrapa Agropecuária Oeste-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Society**, v. 26, p. 211-252, 1964.

CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L. Eficiência de deposição de agrotóxicos obtida com bocal eletrostático para pulverizador costal motorizado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 497-501, 2002.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v.28, p.1153-1158, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; SILVA, L. L.; BOLLER, W.; RODRIGUES, J. F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010.

DE SCHAMPHELEIRE, M.; BAETENS, K.; NUYTENS, D.; SPANOGHE, P. Spray drift measurements to evaluate the Belgian drift mitigation measures in field crops. **Crop Protection**, v. 27, n. 3-5, p. 577-589, 2008.

GELMINI, G. A.; VICTÓRIA FILHO, R.; NOVO, M. C. S. S.; ADORYAN, M. L. Resistência de *Bidens subalternans* aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase utilizados na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 319-325, 2002.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfactantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras...** Caxambu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p.61-77.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, JVC.; DORNELLES, S.H.B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.39-51.

KRINSKI, D.; FAVETTI, B.M.; LIMA, A.G.; BRUM, T.R. Oviposition preference of the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* on artificial substrates of different colors. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2185-2190, 2013.

LASMAR, O.; FERREIRA, M.C. Cinética da tensão superficial e do ângulo de contato de gotas a partir de caldas com adjuvantes sobre folhas de laranja. In: **III Simpósio sobre fitossanidade em citros**, v. 1.

MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 16-23, 2007.

NEVES, J. A.; SILVA, J. A. L.; BARBOSA, D. R. S.; SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R. C.; ROCHA, R. S. Agronomic performance of soybean genotypes in low latitude in Teresina-PI, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 3, p. 243-253, 2013.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. D. F.; SILVA, F. D. Insetos que atacam vagens e grãos. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, p. 335-420, 2012.

Püntener, W. 1981. **Manual for field trials in plant protection**. Second edition. Agricultural Division, Basle: Ciba-Geigy Limited, 205 p.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SASAKI, R. S., TEIXEIRA, M. M., SANTIAGO, H., MADUREIRA, R. P., MACIEL, C. F. S., FERNANDES, H. C. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 274-279, 2015.

SILVA-MATTE, S. C.; COSTA, N. V.; PAULY, T.; COLTRO-RONCATO, S.; OLIVEIRA, A. C.; CASTAGNARA, D. D. Variabilidade da quebra da tensão superficial da gota pelo adjuvante (Aureo<sup>®</sup>) em função de locais de captação de água. **Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 264-270, 2014.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 7, p. 767-769, 2010.

STAINIER, C.; DESTAIN, M. F.; SCHIFFERS, B.; LEBEAU, F. Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulation and four adjuvants mixtures. **Crop Protection**, London, v. 25, n. 12, p. 1238-1243, 2006.

TAYLOR, P. The wetting of leaf surfaces. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 16, n. 4, p. 326-334, 2011.

VIVAN, L.M.; DEGRANDE, P.E (2011) Pragas da soja. In: **Boletim de pesquisa de soja**. (1 edn, p. 297). Rondonópolis: Fundação MT. (Boletim, 15).

## 7 CONCLUSÕES GERAIS

1. O uso de adjuvantes associado a inseticidas, a seleção das pontas de pulverização e o uso do sistema de assistência de ar no pulverizador são ferramentas importantes em tecnologia de aplicação, porém devem ser estudadas com elevado critério antes de serem recomendadas.
2. A combinação da calda Orobor N1 e ponta JFC independente da utilização ou não de assistência de ar, proporcionam maior depósito de pulverização do estrato inferior da soja.
3. A calda sem adjuvante combinado com as pontas JFC e J3D sem assistência de ar ou com as pontas AXI, JFC e J3D com assistência de ar e na calda Orobor N1 combinado com as pontas AXI e J3D sem assistência de ar ou com a ponta JFC com assistência de ar, proporcionam maior depósito de pulverização do estrato mediano da soja.
4. A calda sem adjuvante combinado com a ponta J3D sem assistência de ar ou com as pontas AXI e JFC com assistência de ar, proporcionam maior depósito de pulverização do estrato superior da soja.
5. O comportamento populacional do percevejo-marrom na última avaliação (6 DAA) é beneficiado, sobretudo pela calda Wetcit Gold e ponta AXI.
6. Os adjuvantes proporcionam à calda inseticida de Engeo Pleno aumento na mortalidade do percevejo-marrom na soja.
7. O efeito dos adjuvantes nas características físico-químicas da calda inseticida de Engeo Pleno depende de sua composição química e da interação com o produto fitossanitário.
8. Os adjuvantes proporcionam à calda inseticida de Engeo Pleno redução na tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade e pH da calda. E por outro lado essa associação, aumenta a condutividade elétrica da calda e a mortalidade do percevejo-marrom.
9. Devido à complexidade da aplicação de agrotóxicos, e do grande número de fatores envolvidos, a análise multivariada possibilita compreender o processo de maneira abrangente e priorizar os estudos de parâmetros mais significativos à compreensão do fenômeno.

## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84 f. 2000. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ADAB. Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia. **Programa de supressão da *Helicoverpa armígera***. 2013.
- ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Dúvidas Frequentes**. Disponível em: <<http://www.andef.com.br/institucional/duvidas-frequentes>>. Acesso em fevereiro de 2019.
- ANP. **Agência nacional de petróleo, gás natural e biocombustíveis**, 2019.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAIIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: VARGAS, L.; ROAMN, E.S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009, p.173-212.
- ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B. **Entendendo a tecnologia de aplicação**. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2017. 52p.
- APROBIO. Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil, 2016. **Soja é a matéria-prima de 82% do biodiesel produzido no Brasil**. Disponível em: <<http://aprobio.com.br/2015/11/24/soja-e-a-materia-prima-de-82-do-biodiesel-produzido-no-brasil/>>.
- APROSOJA. Associação dos produtores de soja - A história da soja, 2016. **A história da soja**.
- ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G. Adjuvantes de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 1.ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2011, p.27-46.
- BAIO, F. H. R.; GABRIEL, R. R. F.; CAMOLESE, H. da S. Alteração das propriedades físico-químicas na aplicação contendo adjuvantes. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 2, p. 151-161, 2015.

BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G.; RIO, A. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 293-298, 2008.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 271-276, 2000.

BEHRING, J. L.; LUCAS, M.; MACHADO, C.; BARCELLOS, I. O. Adaptação no método do peso da gota para determinação da tensão superficial: um método simplificado para a quantificação da CMC de surfactantes no ensino da química. **Química nova**, v. 27, n. 3, p. 492-495, 2004.

BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M.; MARINO, C. A. B. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto biológico**, v. 70, n. 2, p. 169-175, 2003.

BRIER, H. B.; ROGERS, D. J. Susceptibility of soybeans to damage by *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) and *Riptortus serripes* (F.) (Hemiptera: Alydidae) during three stage of pod development. **Australian Journal of Entomology**, v. 30, n. 2, p. 123– 128, 1991.

BUENO, A. D. F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GOMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; ROGGIA, S. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa, Brasília**, p. 37-74, 2012.

BUTLER ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. **Crop Protection**, Guildford, v.16, n.1, p. 609-615, 1997.

CARVALHO, W. P. A.; FURLANI JUNIOR, J. A. Estudo comparativo entre coletores para determinação do DMV e coeficiente de dispersão na amostragem de gotas em aplicações de produtos líquidos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 28-37, 1999.

CHAIM, A. História da pulverização. **Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, 1999.

CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Zoneamento ecológico de *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) em quatro estados produtores de soja do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, n. 2, p. 219-226, 1994.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento, 2018. **Quadro de suprimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>.

COOKE, B. K.; HISLOP, E. C.; HERRINGTON, P. J.; WESTERN, N. M.; HUMPHERSON-JONES, F. Air-assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticide performance. **Crop Protection**, v. 9, n. 4, p. 303-311, 1990.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior o desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E. C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A. D. F. Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura. **Embrapa Soja. Circular Técnica**, 2010.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, Londres, v. 4, n. 2, p. 145-150, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes. **Embrapa Soja. Circular Técnica**, 2009.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PERES, W. A. A. Comportamento da população dos percevejos-pragas e a fenologia da soja. **Soja orgânica: alternativa para o manejo dos insetos-pragas, Londrina: Embrapa Soja**, p 27–32, 2003.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, n. 2, p. 145-150, 2002.

COSTA, L. L., AQUINO, N. C., CARNEIRO, Â. L., ALMEIDA, D. P., & FERREIRA, M. D. C. Insecticide spraying in soybean plants: different nozzles models and agrometeorological conditions. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 5, p. 673-679, 2018.

COSTA, N. L. Perspectivas de mercado e importância da conjuntura macroeconômica nacional e internacional para a formação do preço da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto**, v. 156, p. 14-21, 2017.

COSTA, N. L.; SANTANA, A. C. Exports and market power of the soybean processing industry in Brazil between 1980 and 2010. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 26, p. 2590-2600, 2015.

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 81 f. 2003. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

CUNHA, J. P. A. R.; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Ceres**, v. 63, n. 6, 2017.

CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum**, v.32, n.4, p.597-602, 2010.

CUNHA, J.P.A.R.; BUENO, M.R.; FERREIRA, M.C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v.28, p.1153-1158, 2010.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, R.F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1.069-1.074, 2005.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DE RUITER, H. Developments in adjuvant use for agrochemicals. **MedFac Landbouww University Gent**, v. 67, n. 2, p. 19-25, 2002.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. (2009) **Boletim de pesquisa de soja**. Fundação MT, Rondonópolis.

DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical entomology**, v. 40, n. 2, p. 197-203, 2011.

ELLIS, M. C.; BUTLER TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. **Crop protection**, v. 16, n. 1, p. 41-50, 1997.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Região central do Brasil**, 2003.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja–região central do Brasil 2012 e 2013. **Londrina: Embrapa Soja**, n. 15, p. 261, 2011.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2017. **FAO no Brasil**. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/pt/>>.

FEISTEL, P. R.; HIDALGO, Á. B.; ZUCHETTO, F. B. Determinantes do intercâmbio comercial de produtos agrícolas entre Brasil e China: o caso da soja. **Análise Econômica**, v. 33, n. 63, 2015.

FERREIRA, M. C. **Métodos de amostragem do padrão do jato aspergido: arraste e distribuição de gotas em função da adição de adjuvantes à calda e à pressão de trabalho com diferentes pontas de pulverização de energia hidráulica**. Tese (Livre docência), 2010. 75p. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2010.

FIORIN, R. A.; STURMER, G. R.; CARÚS GUEDES, J. V.; DRESSLER DA COSTA, I. F.; RÉGIS PERINI, C. Métodos de aplicação e inseticidas no controle de percevejos na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, 2011.

FREITAS, F. C. L.; TEIXEIRA, M. M.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L.; VIANA, R. G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização Turbo Teejet 11002 em diferentes condições operacionais Distribution pattern of nozzle TT 11002 under different operational conditions. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

FREITAS, M. C. M. A Cultura da soja no Brasil: O Crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera–Centro Científico Conhecer**, Goiânia-GO, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; MRCHINI, L. C. Métodos de controle de pragas. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920p, p. 243-359, 2002.

GAZZONI, D. L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1229-1237, 1998.

GAZZONI, D. L.; MOSCARDI, F. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1998.

GILIOLI, J.L.; TERASAWA, F.; TRECENTI, R.; ARTIAGA, O. P.; FERREIRA, B. M. **Descrição e uso de cultivares de soja para a região dos cerrados**. 1988.

GODOI, C. R. C.; PINHEIRO, J. B. Genetic parameters and selection strategies of soybean genotypes resistant to stink bug complex. **Genetics and Molecular Biology**, v. 32, n. 2, p. 328-336, 2009.

GREEN, J. M.; BEESTMAN, G. B. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. **Crop Protection**, v. 26, n. 3, p. 320-327, 2007.

GREEN, J. M.; HAZEN, J. L. Understanding and using adjuvants properties to enhance pesticide activity. **Adjuvants for Agrochemicals: Challenges and**, 1998.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; STÜRMER, G. R.; MELO, A. A.; BIGOLIN, M.; PERINI, C. R.; SARI, B. G. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. **Revista Plantio Direto**, v. 12, n. 1, p. 24-30, 2012.

GULER, H.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; DERKSEN, R. C.; YU, Y.; KRAUSE, C. R. Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat-fan nozzles. **Transactions of the ASABE**, v. 50, n. 3, p. 745-754, 2007.

HAZEN, J. L. Adjuvants - terminology, classification, and chemistry. **Weed technology**, v. 14, n. 4, p. 773-784, 2000.

HOCK, W. K. **Horticultural spray adjuvantes**. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 2004. p. 1-4. (Agrichemical fact Sheet 11).

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; OLIVEIRA, E. D. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica**, n. 30, p. 70, 2000.

HOLLOWAY, P. J. Physicochemical factors influencing the adjuvant-enhanced spray deposition and coverage of foliage-applied agrochemicals. Interactions between adjuvants, agrochemicals and target organisms. **Springer**, Berlin, Heidelberg, 1994. p. 83-106.

HU, Z.; ZHANG, D.; ZHANG, G.; KAN, G.; HONG, D.; YU, D. Association mapping of yield-related traits and SSR markers in wild soybean (*Glycine soja* Sieb. and Zucc.). **Breeding Science**, v. 63, n. 5, p. 441-449, 2014.

HYTEN, D.L.; SONG, Q.; ZHU, Y.; CHOI, I.Y.; NELSON, R.L.; COSTA, J.M.; SPECHT,

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais - Indicadores de Volume e Valores Correntes**, Outubro/Dezembro 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\_Nacionais/Contas\_Nacionais\_Trimestrais/Fasciculo\_Indicadores\_IBGE/2013/pib-vol-val\_201304caderno.pdf >. Acesso em: 4 mar. 2015.

IOST, C. A. R. **Efeito de adjuvantes nas propriedades físico-químicas da água e na redução de deriva em pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

JENSEN, R. L.; NEWSOM, L. D. Effect of stink bug-damaged soybean seeds on germination, emergence, and yield. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n. 1, p. 261-264, 1972.

JORGENSEN, L.; WITT, K. L. Spraying and the impact on the environment: Spraying technique in relation to approval and use of pesticides in Northern Europe. In: HARDI INTERNATIONAL. **Hardi international application technology course**. Taastrup, 2000. v. 1, chap. 2, p. 4-16.

JOSHI, T.; VALLIYODAN, B.; WU, J. H.; LEE, S. H.; XU, D.; NGUYEN, H. T. Genomic differences between cultivated soybean, *G. max* and its wild relative *G. soja*. **BMC Genomics**. **BioMed Central**. v. 14, n. 1, p. S5, 2013.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu, MG. **Palestras...** Caxambu, MG: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

KISSMANN, K. G. Rumos e tendências da pesquisa em tecnologia de aplicação de agrotóxicos: A visão da indústria química. **Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente**, v. 2, 2001.

KOCH, H. The evolution of application techniques in Europe. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC/UNESP, 1997. p. 30-38.

LANTMANN, A. Gastos com defensivos, 2014. **Soja Brasil**. Disponível em: <<http://www.projetosojabrasil.com.br/artigo-gastos-com-defensivos/>>.

LI, Y. H.; LI, W.; ZHANG, C.; YANG, L.; CHANG, R. Z.; GAUT, B. S.; QIU, L. J. Genetic diversity in domesticated soybean (*Glycine max*) and its wild progenitor (*Glycine soja*) for simple sequence repeat and single-nucleotide polymorphism loci. **New Phytologist**, v. 188, n. 1, p. 242–253, 2010.

LU, X.; XIONG, Q.; CHENG, T.; LI, Q. T.; LIU, X. L.; BI, Y. D.; DU, W. G. A PP2C-1 allele underlying a quantitative trait locus enhances soybean 100-seed weight. **Molecular Plant**, v. 10, n. 5, p. 670-684, 2017.

LUSTOSA, P. R.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M. Qualidade da semente e senescência de genótipos de soja sob dois níveis de infestação de percevejos (Pentatomidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 8, p. 1347-1351, 1999.

MAGDALENA, J.; FERNÁNDEZ, D.; DI PRINZIO, A.; BEHMER, S. Pasado y presente de la aplicación de agroquímicos em agriculturaI. **Tecnología de aplicación e agroquímicos. Argentina: Área de comunicaciones del INTA Alto Valle**, p. 17-26, 2010.

MAGRINI, E. A.; SILVEIRA NETO, S.; BOTELHO, P. S. M.; NEGRIN, S. G. Ocorrência de percevejos no município de pirassununga-sp, correlacionada com a fenologia da soja. **Anais: Sessao de Posters**, 1996.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 3. ed. London: Balckwell, 2000. 432 p.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Funep, 1990.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H. Módulo 2: tecnologia de aplicação dos agroquímicos e equipamentos. In: ABEAS. **Curso de proteção de plantas**. Brasília, DF: ABEAS, 2002. 91 p.

MELO, M. R. D. S. Expansão do cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no cerrado brasileiro, por meio de séries temporais de dados MODIS. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XVII**, p. 5678-5685, 2015.

MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, v. 27, p. 16-23, 2007.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais**, v. 3, n. 1, p. 7-15, 2006.

MOITA NETO, J. M. Molhamento e ângulo de contato, 2006. **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí**.

MOLLER, M. **Identificação de QTLs em soja associados à resistência aos percevejos e a caracteres agronômicos utilizando a abordagem de mapeamento multivariado**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MONTÓRIO, G. A. **Eficiência dos surfatantes agrícolas na redução da tensão superficial**. 2001. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado. Botucatu SP. Universidade Estadual Paulista.

NCBI. National Center for Biotechnology Information, 2017. *Glycine max*. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=3847>>.

NUYTTENS, D.; BAETENS, K.; SCHAMPHELEIRE, M.; SONCK, B. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. **Biosystems engineering**, v. 97, n. 3, p. 333-345, 2007.

OZKAN, H. E. Reduzindo a deriva nas pulverizações. **Boletim 816-00**. Departamento de Alimentação, Agricultura e Engenharia Biológica. Universidade de Ohio – USA, 2001.

PALUMBO, J. C.; HOROWITZ A. R.; PRABHAKER, N. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, v. 20, p. 739-765, 2001.

PANIZZI, A. R. Stink bugs on soybean in northeastern Brazil and a new record on the Southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p.331–332, 2002.

PANIZZI, A. R. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. **Annual Review of Entomology**, v. 42, n. 1, p. 99-122, 1997.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. cap. 5, p. 335-420.

PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 509-511, 1994.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P.; SANTOS, C. H.; CARVALHO, D. R. Rearing the Southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1709–1715, 2000.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY JUNIOR, F. Review os phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, v. 68, p. 184-214, 1985.

PANIZZI, A.R.; SMITH, J. C.; PEREIRA, L. A. G.; YAMASHITA, J. Efeito de danos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. **Seminário Nacional de Pesquisa de Soja**, v. 2, p 59–78, 1979.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, 2008.

QUIRINO, R. J. Consequências na armazenagem da soja devido ao ataque de percevejos nas lavouras de soja, 2012. **Palestra Congresso Brasileiro de Soja**. Disponível em: <<http://www.cbsoja.com.br/anais/palestras/JoseRonaldoQuirino.pdf>>.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAETANO, C. G. Assistência de ar em pulverizadores de barras. RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: FEPAF, 2004. p. 8-18.

RAMIRO, Z. A.; MASSARIOL, A. A. Manejo de insetos na cultura da soja. **A soja no Brasil central**. Fundação Cargil, Campinas, p. 141–155, 1977.

RAMOS, C. **A Potencialidade da Soja na Economia Brasileira**, 2013. Disponível em: <<http://www.jornalestrondo.com.br/a-potencialidade-da-soja-na-economia-brasileira/>>.

ROBINSON, T. H. Large-scale ground-based application techniques. MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB international, 1993. p. 163-186.

ROZA-GOMES, M. F. **Avaliação de danos de quatro espécies de percevejos (Heteroptera: Pentatomidae) em trigo, soja e milho**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de Passo Fundo, Brasil.

RUSSIN, J. S.; ORR, D. B.; LAYTON, M. B.; BOETHEL, D. J. Incidence of microorganisms in soybean seeds damaged by stink bug feeding. **Phytopathology**, v. 78, n. 3, p. 306-310, 1988.

SALUSO, A.; XAVIER, L.; PANIZZI, A. R. An invasive pentatomid pest in Argentina: neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 6, p. 704–705, 2011.

SARTORI, S. Equipamento tratorizados para culturas de baixo fuste: situação no Cone-Sul. Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC/UNESP, 1997. p. 110-112.

SCHUMANN, F. W.; TODD, J. W. Population dynamics of the southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in relation to soybean phenology. **Journal of Economic Entomology**, v. 75, n. 4, p. 748-753, 1982.

SECEX. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Balança comercial**, 2017. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/balanca-comercial>>.

SEDYIAMA, T. Tecnologias de produção e usos da soja. **Mecenas**, v. 1, 2009.

SILVA, F. A. C.; SILVA, J. J.; DEPIERI, R. A.; PANIZZZI, A. R. Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 41, n. 5, p. 386-390, 2012.

SILVA, M. T. B.; RUEDELL, J. Ocorrência de percevejos fitófagos da família pentatomidae em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n. 65, p. 4-6, 1983.

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E.; PANIZZZI, A. R. Algodoeiro invadido. **Revista Cultivar**, n. 131, p. 18-20, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F. Retenção foliar diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 2, p. 401-404, 1995.

SOSA-GÓMEZ, D.; OMOTO, C. **Soja manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. 2012.

STICKER, W. E. The importance of adjuvants to the agricultural chemical industry. FOY, C. L. **Adjuvants for agrichemicals**. New York: Marcell Dekker, p. 247-249, 1992.

STOCK, D.; BRIGGS, G. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. **Weed Technology**, v.14, p. 798-806, 2000.

STUPAR, R. M. Into the wild: The soybean genome meets its undomesticated relative. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 51, p. 21947-21948, 2010.

TANG, X.; DONG, J. A comparison of spreading behaviors of Silwet l-77 on dry and wet lotus leaves. **Journal of Colloid and Interface Science**, New York, v. 325, p. 223- 227, 2008.

TAYLOR, W. A.; ANDERSEN, P. G. Enhancing conventional hydraulic nozzle use with the twin spray system. **British Crop Protection Council Monograph**. v. 46, p. 125-136, 1991.

TAYLOR, W. A.; ANDERSEN, P. G.; COOPER, S. The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. **Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds**, p. 631, 1989.

TERASAWA, F. Pesquisa e Sementes - Relatório Técnico. **Ponta Grossa**, 1982.

THEBALDI, M. S.; REIS, E. F. DOS; GRATÃO, P. T. S.; SANTANA, M. S. Efeito da adição de adjuvante na redução de deriva em pontas de pulverização tipo cone vazio. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 18, n. 2, 2009.

TRUMPER, E. V.; EDELSTEIN, J. D. **Chinches fitófagas en soja. Revisión y avances en el estudio de su ecología y manejo**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina). Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, Córdoba (Argentina). Proyecto PICTO 12910, ANPCyT-INTA., 2008.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. TU, M. **Weed control methods handbook the nature conservancy**. Davis: TNC, p. 1-24, 2003.

UNDERWOOD, A. K. Adjuvant trends for the new millennium. **Weed technology**, v. 14, n. 4, p. 765-772, 2000.

USDA. United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. 2019. 40p. Disponível em: <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL POLO, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

VILLAS-BÔAS, G. L.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, M. C. N.; COSTA, N. P.; ROESSING, A. C.; NETO, F.; HENNING, A. A. Efeitos de diferentes populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agrônômicas e qualidade de sementes de soja. **Embrapa Soja – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 1990, 43p.

ZHANG, H.; LI, C.; DAVIS, E. L.; WANG, J.; GRIFFIN, J. D.; KOFSKY, J.; SONG, B. H. Genome-wide association study of resistance to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) HG Type 2.5.7 in wild soybean (*Glycine soja*). **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1214, 2016.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – SCRIPT R

```
#Pacotes necessários
```

```
>install.packages(c(" MASS ", " ExpDes.pt "))
```

```
#Os dados foram classificados da seguinte forma:
```

```
dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)
```

```
f1=Calda de pulverização (Fator)
```

```
f2=Ponta de pulverização (Fator)
```

```
f3=Assistência de ar (Fator)
```

```
resp1=Depósito inferior (Variável resposta)
```

```
resp2=Depósito mediano (Variável resposta)
```

```
resp3=Depósito superior (Variável resposta)
```

```
Depósito inferior
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp1~f1*f2*f3)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~paste(f1,f2,f3))
```

```
#Transformação Box-Cox
```

```
>library(MASS)
```

```
>bc=boxcox(mod)
```

```
>bc$x[which.max(bc$y)]
```

```
>respt=log(resp1)
```

```
#Modelo com os dados transformados
```

```
>modt=aov(respt~f1*f2*f3)
```

```
#Pressupostos com os dados transformados
```

```
>shapiro.test(modt$residuals)
```

```
>bartlett.test(modt$residuals~paste(f1,f2,f3))
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, fat3.dic(f1,f2,f3,respt))
```

Depósito mediano

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp2~f1*f2*f3)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~paste(f1,f2,f3))
```

```
#Transformação Box-Cox
```

```
>library(MASS)
```

```
>bc=boxcox(mod)
```

```
>bc$x[which.max(bc$y)]
```

```
>respt=log(resp2)
```

```
#Modelo com os dados transformados
```

```
>modt=aov(respt~f1*f2*f3)
```

```
#Pressupostos com os dados transformados
```

```
>shapiro.test(modt$residuals)
```

```
>bartlett.test(modt$residuals~paste(f1,f2,f3))
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, fat3.dic(f1,f2,f3,respt))
```

```
Depósito superior
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp3~f1*f2*f3)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~paste(f1,f2,f3))
```

```
#Transformação Box-Cox
```

```
>library(MASS)
```

```
>bc=boxcox(mod)
```

```
>bc$x[which.max(bc$y)]
```

```
>respt=log(resp3)
```

```
#Modelo com os dados transformados
```

```
>modt=aov(respt~f1*f2*f3)
```

```
#Pressupostos com os dados transformados
```

```
>shapiro.test(modt$residuals)
```

```
>bartlett.test(modt$residuals~paste(f1,f2,f3))
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, fat3.dic(f1,f2,f3,respt))
```

## APÊNDICE B – SCRIPT R (mortalidade do percevejo-marrom campo)

```
#Pacote necessário
```

```
>install.packages(" ExpDes.pt ")
```

```
#Os dados foram classificados da seguinte forma:
```

```
dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)
```

```
f1=Calda de pulverização (Fator)
```

```
f2=Ponta de pulverização (Fator)
```

```
f3=Assistência de ar (Fator)
```

```
resp1=Mortalidade do percevejo-marrom (Variável resposta)
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp1~f1*f2*f3)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~paste(f1,f2,f3))
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, fat3.dic(f1,f2,f3,resp1))
```

## APÊNDICE C – SCRIPT R (comportamento populacional do percevejo-marrom)

#Pacotes necessários

```
>install.packages(c(" lme4 ", " multcomp ", " lsmeans "))
```

#Os dados foram classificados da seguinte forma:

dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)

f1=Calda de pulverização (Fator)

f2=Ponta de pulverização (Fator)

f3=Assistência de ar (Fator)

f4=Datas das batidas-de-pano (Fator)

f5=Unidade (Fator)

resp=Número de percevejos-marrom (Variável resposta)

#Modelo

```
>library(lme4)
```

```
>mod= lmer(resp~f1*f2*f3*f4+(1|f5))
```

#Pressupostos

```
>shapiro.test(resid(mod))
```

```
>bartlett.test(resid(mod)~paste(f1,f2,f3,f4))
```

#Modelo com os dados transformados

```
>modt= lmer(resp^0.7-1/0.7~f1*f2*f3*f4+(1|f5))
```

#Pressupostos com os dados transformados

```
>shapiro.test(resid(modt))
```

```
>bartlett.test(resid(modt)~paste(f1,f2,f3,f4))
```

#Análise de variância

```
>modt=aov(resp^0.7-1/0.7~f1*f2*f3*f4+Error(f6/interaction(f1,f2,f3,f4)))
```

```
>summary(modt)
```

```
#Teste de Tukey  
>library(multcomp)  
>library(lsmmeans)  
>cld(emmeans(modt,~f1|f4))  
>cld(emmeans(modt,~f4|f1))  
>cld(lsmmeans(modt,~f2|f4))  
>cld(lsmmeans(modt,~f4|f2))
```

## APÊNDICE D – SCRIPT R

```
#Pacotes necessários
```

```
>install.packages(c(" MASS ", " ExpDes.pt "))
```

```
#Os dados foram classificados da seguinte forma:
```

```
dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)
```

```
f1=Calda de pulverização (Fator)
```

```
resp1=Tensão superficial (Variável resposta)
```

```
resp2=Ângulo de contato (Variável resposta)
```

```
resp3=Viscosidade (Variável resposta)
```

```
Tensão superficial
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp1~f1)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~f1)
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, dic(f1,resp1))
```

```
Ângulo de contato
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp2~f1)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~f1)
```

```
#Transformação Box-Cox
```

```
>library(MASS)
```

```
>bc=boxcox(mod)
```

```
>bc$x[which.max(bc$y)]
```

```
>respt=1/resp2
```

```
#Modelo com os dados transformado
```

```
>modt=aov(respt~f1)
```

```
#Pressupostos com os dados transformado
```

```
>shapiro.test(modt$residuals)
```

```
>bartlett.test(modt$residuals~f1)
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, dic(f1,respt))
```

Viscosidade

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp3~f1)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~f1)
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, dic(f1, resp3))
```

## APÊNDICE E – SCRIPT R

```
#Pacotes necessários
```

```
>install.packages(" ExpDes.pt ")
```

```
#Os dados foram classificados da seguinte forma:
```

```
dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)
```

```
f1=Calda de pulverização (Fator)
```

```
resp1=pH (Variável resposta)
```

```
resp2=Condutividade elétrica (Variável resposta)
```

```
pH
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp1~f1)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~f1)
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, dic(f1,resp1))
```

```
Condutividade elétrica
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp2~f1)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~f1)
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, dic(f1,resp2))
```

## APÊNDICE F – SCRIPT R (CL50)

```
#Pacotes necessários
```

```
>install.packages(" MASS ")
```

```
#Os dados foram classificados da seguinte forma:
```

```
dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)
```

```
f1=Concentração do inseticida Engeo Pleno (Fator)
```

```
resp1=Mortalidade do percevejo-marrom (Variável resposta)
```

```
#Modelo
```

```
>mod=glm(resp1~f1, family = binomial(link = "probit"))
```

```
#CL50
```

```
>library(MASS)
```

```
>dose.p(mod)
```

## APÊNDICE G – SCRIPT R (mortalidade do percevejo-marrom aplicação tópica)

```
#Pacote necessário
```

```
>install.packages(" ExpDes.pt ")
```

```
#Os dados foram classificados da seguinte forma:
```

```
dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)
```

```
f1=Calda de pulverização (Fator)
```

```
resp1=Mortalidade do percevejo-marrom (Variável resposta)
```

```
#Modelo
```

```
>mod=aov(resp1~f1)
```

```
#Pressupostos
```

```
>shapiro.test(mod$residuals)
```

```
>bartlett.test(mod$residuals~f1)
```

```
#Análise de variância e Teste de Tukey
```

```
>library(ExpDes.pt)
```

```
>with(dados, dic(f1,resp1))
```

APÊNDICE H – SCRIPT R (depósito de pulverização, mortalidade e comportamento populacional do percevejo-marrom)

#Pacotes necessários

```
>install.packages(" Hmisc "," dendextend "," FactoMineR ")
```

#Os dados foram classificados da seguinte forma:

dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)

f1=Calda de pulverização (Fator)

f2=Ponta de pulverização (Fator)

f3=Assistência de ar (Fator)

resp1=Média depósito inferior (Variável resposta)

resp2=Média depósito mediano (Variável resposta)

resp3=Média depósito superior (Variável resposta)

resp4=Média mortalidade do percevejo-marrom

resp5=Média número de percevejos-marrom 1 DAA (Variável resposta)

resp6=Média número de percevejos-marrom 3 DAA (Variável resposta)

resp7=Média número de percevejos-marrom 6 DAA (Variável resposta)

#Correlação

```
>library(Hmisc)
```

```
>rcorr(as.matrix(dados))
```

#Dendrograma

```
>library(dendextend)
```

```
>dend=as.dendrogram(hclust(dist(scale(dados))))
```

```
>plot(dend,hang = -1,las=1,xlab = "",ylab = "Distância",main = "",sub="")
```

```
>a=rect.dendrogram(dend,k=4,border = 8,lty = 5,lwd = 2)
```

#Componentes principais

```
>a1=cbind(a[[1]]); a1[,1]=rep("1", length(a[[1]]))
```

```
>b1=cbind(a[[2]]); b1[,1]=rep("2", length(a[[2]]))
```

```
>c1=cbind(a[[3]]); c1[,1]=rep("3", length(a[[3]]))
```

```
>d1=cbind(a[[4]]); d1[,1]=rep("4", length(a[[4]])  
>cluster=rbind(a1,b1,c1,d1)[rownames(dados),]  
>cluster=as.vector(cluster)  
>library(FactoMineR)  
>pca= PCA(dados,scale.unit=T,graph=F)
```

APÊNDICE I – SCRIPT R (tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade, ph, condutividade elétrica e mortalidade do percevejo-marrom aplicação tópica)

```
#Pacotes necessários
```

```
>install.packages(" Hmisc "," dendextend "," FactoMineR ", " factoextra ")
```

```
#Os dados foram classificados da seguinte forma:
```

```
dados=Conjunto de dados (Planilha de dados)
```

```
f1=Calda de pulverização (Fator)
```

```
resp1=Média tensão superficial (Variável resposta)
```

```
resp2=Média ângulo de contato (Variável resposta)
```

```
resp3=Média viscosidade (Variável resposta)
```

```
resp4=Média pH 0 hora (Variável resposta)
```

```
resp5=Média pH 2 horas (Variável resposta)
```

```
resp6=Média pH 6 horas (Variável resposta)
```

```
resp7=Média pH 24 horas (Variável resposta)
```

```
resp8=Média condutividade elétrica 0 hora (Variável resposta)
```

```
resp9=Média condutividade elétrica 2 horas (Variável resposta)
```

```
resp10=Média condutividade elétrica 6 horas (Variável resposta)
```

```
resp11=Média condutividade elétrica 24 horas (Variável resposta)
```

```
resp12=Média mortalidade do percevejo-marrom (Variável resposta)
```

```
#Correlação
```

```
>library(Hmisc)
```

```
>rcorr(as.matrix(dados))
```

```
#Dendrograma
```

```
>library(dendextend)
```

```
>dend=as.dendrogram(hclust(dist(scale(dados))))
```

```
>plot(dend,hang = -1,las=1, xlab = "", ylab = "Distância", main = "", sub="")
```

```
>a=rect.dendrogram(dend,k=3,border = 8,lty = 5,lwd = 2)
```

```
#Componentes principais
```

```
>a1=cbind(a[[1]]); a1[,1]=rep("1", length(a[[1]]))
>b1=cbind(a[[2]]); b1[,1]=rep("2", length(a[[2]]))
>c1=cbind(a[[3]]); c1[,1]=rep("3", length(a[[3]]))
>cluster=rbind(a1,b1,c1)[rownames(dados),]
>cluster=as.vector(cluster)
>library(FactoMineR)
>pca= PCA(dados,scale.unit=T,graph=F)
```