

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE SOJA EM FUNÇÃO DA  
DESSECAÇÃO DAS PLANTAS E DO TRATAMENTO DAS SEMENTES**

**MARIANA ZAMPAR TOLEDO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP, campus de  
Botucatu, para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP

Fevereiro - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE SOJA EM FUNÇÃO DA  
DESSECAÇÃO DAS PLANTAS E DO TRATAMENTO DAS SEMENTES**

**MARIANA ZAMPAR TOLEDO**

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Cavariani

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP, campus de  
Botucatu, para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP

Fevereiro - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Toledo, Mariana Zampar, 1982-  
T649d      Desenvolvimento de plântulas de soja em função da des-  
secação das plantas e do tratamento das sementes / Mariana  
Zampar Toledo. - Botucatu : [s.n.], 2011  
xv, 133 f. : tabs., gráfs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-  
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011  
Orientador: Cláudio Cavariani  
Inclui bibliografia

1. *Glycine max.* 2. Qualidade fisiológica. 3. Glyphosa-  
te. 4. Análise por imagem. I. Cavariani, Cláudio. II. Uni-  
versidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.  
III. Título.

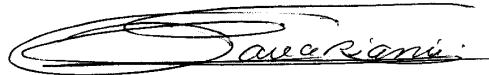
**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE SOJA EM FUNÇÃO DA  
DESSECAÇÃO DAS PLANTAS E DO TRATAMENTO DAS SEMEN-  
TES.**

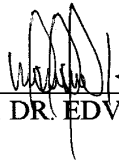
**ALUNA: MARIANA ZAMPAR TOLEDO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI**

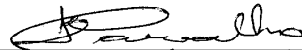
Aprovado pela Comissão Examinadora



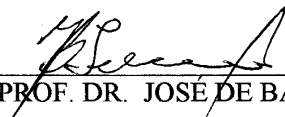
PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI



PROF. DR. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA



PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> MARIA LAENE MOREIRA DE CARVALHO



PROF. DR. JOSÉ DE BARROS FRANÇA NETO



PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVEMBRE

Data da Realização: 21 de fevereiro de 2011.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Mariana Zampar Toledo, filha de Antonio Lourenço Toledo e de Gilce Magali Zampar Toledo, nasceu na cidade de Limeira, estado de São Paulo, no dia 08 de abril de 1982.

Diplomou-se em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, em 09 de dezembro de 2005.

Em março de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia (Agricultura) pela Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, obtendo o título de Mestre em 14 de fevereiro de 2008.

Em março de 2008, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia (Agricultura) pela Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, obtendo o título de Doutor em 21 de fevereiro de 2011.

Aos meus pais, Antonio e Magali

À minha irmã, Milena

Ao meu noivo, Rodrigo

### **DEDICO**

À toda minha família,

especialmente à tia Hilde, vô Arlindo e vó Laura (*in memorian*)

### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por minha vida.

Ao Prof. Dr. Cláudio Cavariani, pelos ensinamentos, amizade e orientação em dez anos de convivência.

À Faculdade de Ciências Agrônomicas, FCA/UNESP, pela formação nos cursos de Graduação e Pós Graduação.

À coordenação do curso de Pós Graduação em Agricultura, pela qualidade de ensino.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos durante o primeiro ano do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa concedida nos dois últimos anos do curso.

À Embrapa SNT-EN.LDB (Embrapa Serviços de Negócios para Transferência de Tecnologia – Escritório de Negócios de Londrina), pelo fornecimento das sementes avaliadas no início do trabalho.

Ao Prof. Dr. João Nakagawa, pela constante disponibilidade, atenção e ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal/Agricultura, em especial à Vera, Lana, Valéria e Dorival, pela amizade e apoio.

À todos os funcionários de campo do Departamento de Produção Vegetal/Agricultura, pelo auxílio na condução do experimento.

Ao Dr. José de Barros França Neto, da Embrapa Soja, pela disponibilidade, auxílio na elaboração do projeto de pesquisa e sugestões no ato da defesa.

Aos Professores Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva, Dra. Ana Dionísia Luz Coelho Novembre e Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho pelas sugestões no ato da defesa.

À Prof. Elza Alves, pelo auxílio nas avaliações da tese.

À Ohio State University, Department of Horticulture and Crop Science, especialmente ao Prof. Dr. Mark Bennett, pela atenção e receptividade durante o doutorado ‘sanduíche’.

Aos técnicos Elaine e Andy, pelo auxílio nas análises de imagem de plântulas.

À Laís, Mariane e Ana Cláudia, pelo auxílio em algumas etapas da realização deste trabalho.

Às amigas do Laboratório de Análise de Sementes, Carla, Fabiany, Camila, Renake e Rubiana.

Aos amigos, Gustavo, Alexandre, Tatiana, Jayme, Cláudio, Maurício, Júlio, Fábio e Marcela.

À Renata e Pinky, pela amizade e apoio.

Aos meus pais Antonio e Magali, à minha irmã Milena e ao meu cunhado Ricardo, pelo apoio incondicional.

À toda família Zampar, especialmente à tia Hilde e aos meus avós Arlindo e Laura (*in memoriam*), pelo carinho.

À tia Luzia e ao tio Sérgio, pela amizade.

Ao meu noivo Rodrigo, pelo companheirismo, constante apoio e amizade, e essencial contribuição à condução deste trabalho.

À toda família Arroyo Garcia, em especial à Rosa e ao Carlos, pela amizade.

À todos que contribuíram, de alguma maneira, à realização deste trabalho.



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	XV
RESUMO .....	1
SUMMARY .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	7
2.1. Maturidade fisiológica de sementes .....	7
2.2. Dessecação química em pré-colheita .....	9
2.2.1 Dessecação com glyphosate .....	15
2.3. Tratamento químico de sementes .....	18
2.3.1 Efeitos fitotóxicos .....	21
2.3.2 Vigor de sementes e tratamento químico .....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
3.1. Produção das sementes .....	27
3.2. Qualidade das sementes produzidas .....	30
3.3. Qualidade fisiológica das sementes após o tratamento .....	33
3.4. Análise por imagem de plântulas .....	35
3.5. Análise estatística .....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
4.1. Produção das sementes .....	38
4.2. Qualidade das sementes produzidas .....	40
4.3. Qualidade fisiológica das sementes após o tratamento.....	46
4.4. Análise por imagem de plântulas .....	83
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	109
6. CONCLUSÕES .....	112
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	114

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Ingredientes ativos, produtos comerciais e doses utilizadas no tratamento de sementes de soja .....34
- Tabela 2.** Teor de água (%) por ocasião da colheita de sementes de soja, cultivar Conquista, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....39
- Tabela 3.** Teor de água (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....40
- Tabela 4.** Retenção em peneiras (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....41
- Tabela 5.** Retenção na peneira 18/64" (R18, %), dano mecânico (DM, %), viabilidade (TZ<sub>1-5</sub>, %), massa de 100 (M100, g), teor de proteína (TP, %), germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), germinação em areia (GA, %), plântulas anormais do teste de germinação em areia (AGA, %), envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE,  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm) e massa da matéria seca (MS, mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, oriundas de sementes produzidas com dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....43

**Tabela 6.** Retenção na peneira 18/64" (R18, %), dano mecânico (DM, %), viabilidade (TZ<sub>1-5</sub>, %), massa de 100 (M100, g), teor de proteína (TP, %), germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), germinação em areia (GA, %), plântulas anormais do teste de germinação em areia (AGA, %), envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE,  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm) e massa da matéria seca (MS, mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, oriundas de sementes produzidas sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....44

**Tabela 7.** Teor de água (%) das sementes de soja, cultivar Conquista, com diferentes níveis de vigor, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate, anteriormente ao tratamento químico. Botucatu-SP, 2009 .....47

**Tabela 8.** Análise de variância dos dados de germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm) e massa da matéria seca de plântulas (MSP, mg) e cotilédones (MSC, mg) de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....48

**Tabela 9.** Germinação (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....49

**Tabela 10.** Plântulas anormais (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....50

**Tabela 11.** Primeira contagem (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....51

**Tabela 12.** Comprimento da raiz primária (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....56

**Tabela 13.** Comprimento do hipocótilo (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....57

**Tabela 14.** Comprimento total (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....58

**Tabela 15.** Massa da matéria seca (mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....60

**Tabela 16.** Massa da matéria seca (mg) de cotilédones de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....61

**Tabela 17.** Análise de variância dos dados de germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm), plântulas anormais do teste de crescimento (AC, %) e massa da matéria seca de plântulas (MSP, mg) e cotilédones (MSC, mg) de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....63

**Tabela 18.** Germinação (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....64

**Tabela 19.** Plântulas anormais (%) e primeira contagem (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....65

**Tabela 20.** Comprimento da raiz primária (cm) e do hipocótilo (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....68

**Tabela 21.** Comprimento total (cm) e massa da matéria seca (mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....69

**Tabela 22.** Massa da matéria seca (mg) de cotilédones de soja, cultivar Conquista, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....70

**Tabela 23.** Análise de variância dos dados de germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm), plântulas anormais do teste de crescimento (AC, %) e massa da matéria seca de plântulas (MSP, mg) e cotilédones (MSC, mg) de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....72

**Tabela 24.** Germinação (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....73

**Tabela 25.** Plântulas anormais (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....74

**Tabela 26.** Primeira contagem (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....75

**Tabela 27.** Comprimento da raiz primária (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....77

**Tabela 28.** Comprimento do hipocótilo (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....78

**Tabela 29.** Comprimento total (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....80

**Tabela 30.** Massa da matéria seca (mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....81

**Tabela 31.** Massa da matéria seca (mg) de cotilédones de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009 .....82

**Tabela 32.** Teor de água (%), germinação (%) e plântulas anormais (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, de diferentes níveis de vigor, produzidas com e sem dessecação química das plantas em pré-colheita com glyphosate, anteriormente ao tratamento químico. Botucatu-SP, 2010 .....83

**Tabela 33.** Análise de variância dos dados de índice de vigor, comprimento de plântulas e uniformidade do crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....84

**Tabela 34.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias de crescimento, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....86

**Tabela 35.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 e 5 dias de crescimento, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....87

**Tabela 36.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....88

**Tabela 37.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....89

**Tabela 38.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....90

**Tabela 39.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....92

**Tabela 40.** Análise de variância dos dados de índice de vigor, comprimento de plântulas e uniformidade do crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....93

**Tabela 41.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias de crescimento, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....95



**Tabela 42.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....96

**Tabela 43.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....99

**Tabela 44.** Análise de variância dos dados de índice de vigor, comprimento de plântulas e uniformidade do crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....100

**Tabela 45.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias de crescimento, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....101

**Tabela 46.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias de crescimento, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....102

**Tabela 47.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias de crescimento, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....102

**Tabela 48.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....104

**Tabela 49.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....104

**Tabela 50.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....105

**Tabela 51.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....107

**Tabela 52.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....107

**Tabela 53.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....108

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados médios de precipitação pluvial (▨) e temperatura (—) durante o período de produção das sementes. Botucatu-SP, 2008/2009. S1: semeadura em novembro; S2: semeadura em dezembro; MF1: maturidade fisiológica das sementes produzidas com semeadura em novembro; MF2: maturidade fisiológica das sementes produzidas com semeadura em dezembro .....28
- Figura 2.** Desenvolvimento inicial das plântulas (A), desenvolvimento vegetativo (B) e início da senescência foliar (C) de plantas de soja, cultivar Conquista. Botucatu-SP, 2008 .....29
- Figura 3.** *Scanner* montado de maneira invertida, no interior de caixa de alumínio, no momento da aquisição da imagem das plântulas de soja .....36
- Figura 4.** Imagens de plântulas de soja, cultivar Conquista, aos 5 dias de crescimento, produzidas por sementes tratadas com thiram, sem (A) e com (B) dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....91
- Figura 5.** Imagens de plântulas de soja, cultivar Conquista, aos 5 dias de crescimento, produzidas por sementes tratadas com fipronil, sem (A) e com (B) dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....97
- Figura 6.** Imagens de plântulas de soja, obtidas após 5 dias de crescimento, produzidas por sementes tratadas com os micronutrientes Co+Mo+B+Zn, sem (A) e com (B) dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010 .....105

## RESUMO

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a germinação das sementes e o desenvolvimento de plântulas de soja em função do tratamento químico das sementes, de diferentes níveis de vigor inicial, com fungicidas, inseticidas, micronutrientes e bioestimulante, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. A primeira etapa da pesquisa constou da produção de sementes da cultivar Conquista com diferentes níveis de vigor inicial, com e sem dessecação das plantas. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas principais foram definidas por duas épocas de semeadura (novembro e dezembro de 2008) e as subparcelas pela realização ou não da dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate na dose de  $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ , no estágio R7. As sementes foram colhidas em três etapas para cada uma das combinações de tratamentos no campo, quais sejam 1, 7 e 14 dias após a maturidade fisiológica, constituindo as subsubparcelas. Na etapa seguinte avaliou-se a qualidade das sementes colhidas, mediante testes de germinação e de vigor, para a determinação dos diferentes níveis de vigor. As sementes foram, então, tratadas com fungicidas, inseticidas, micronutrientes e um bioestimulante para posterior avaliação da germinação e do desenvolvimento das plântulas. Por fim, as sementes armazenadas, após o tratamento químico, foram avaliadas quanto às características das plântulas por meio de análise computadorizada de imagens (Seed Vigor Imaging System - SVIS®). Para a análise estatística, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro

repetições. Os dados de caracterização da qualidade das sementes após a colheita foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), separadamente para cada condição de dessecação química das plantas. Após a aplicação dos produtos, os dados também foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em esquemas fatoriais  $2 \times 6 \times 8$  (com e sem dessecação das plantas em pré-colheita  $\times$  níveis de vigor  $\times$  produto) para fungicidas,  $2 \times 6 \times 2$  para inseticidas e  $2 \times 6 \times 3$  para os micronutrientes e o bioestimulante. O teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ) foi empregado para comparação de cada valor médio com a testemunha. Os dados obtidos em todas as avaliações foram comparados, também, pelo teste de correlação linear simples ( $r$ ). Concluiu-se que: a) a dessecação química de plantas de soja em pré-colheita com glyphosate e realizada na maturidade fisiológica, causa redução da germinação das sementes e do comprimento das plântulas; b) o tratamento químico das sementes de soja com fungicidas, inseticidas e micronutrientes aumenta a germinação das sementes de soja produzidas por plantas dessecadas com glyphosate em pré-colheita, mesmo daquelas mais vigorosas; c) efeitos fitotóxicos cumulativos da dessecação das plantas com glyphosate e posterior tratamento químico à germinação das sementes são restritos à aplicação de difenoconazole e bioestimulante àquelas com vigor inicial intermediário; d) efeitos fitotóxicos cumulativos da dessecação das plantas com glyphosate e posterior tratamento químico no desenvolvimento das plântulas são restritos à aplicação de captan e tolylfluanid e de Co+Mo às sementes com vigor inicial intermediário, devido às reduções no comprimento do hipocótilo e da raiz primária, respectivamente; e) os efeitos deletérios da aplicação de glyphosate como dessecante em pré-colheita após o 4º dia de desenvolvimento das plântulas de soja no vigor e crescimento manifestam-se independentemente do tratamento químico e do vigor inicial das sementes; f) os efeitos cumulativos da aplicação de glyphosate às plantas de soja em pré-colheita e posterior tratamento químico causam redução do vigor e do comprimento das plântulas somente no 3º dia de desenvolvimento, quando da aplicação de thiabendazole e tiametoxam às sementes inicialmente mais vigorosas.

Palavras-chave: *Glycine max*, qualidade fisiológica, glyphosate, análise por imagem

**SOYBEAN SEEDLING DEVELOPMENT AFFECTED BY PLANT DESICCATION AND SEED TREATMENT. Botucatu, 2011. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.**

Author: Mariana Zampar Toledo

Advisor: Cláudio Cavariani

## **SUMMARY**

This work had the objective of evaluating soybean germination and seedling development affected by chemical treatment of seeds, with different vigor levels, with fungicides, insecticides, micronutrients and biostimulant, produced with and without pre-harvest desiccation with glyphosate. The first stage of this research was the production of soybean seeds, cultivar Conquista, with different levels of initial vigor, both with and without plant desiccation. Main plots consisted of two sowing times (November and December of 2008) combined with and without pre-harvest desiccation of plants with glyphosate at the dose  $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ , at R7, which were the subplots. Seeds of each subplot were harvested at three times, i.e., 1, 7 and 14 days after physiological maturity. Afterwards, seed quality was evaluated by germination and vigor tests to determine vigor levels. Then, seeds were treated with fungicides, insecticides, micronutrients and a biostimulant to evaluate germination and seedling development. Finally, the characteristics of seedlings produced by the stored seeds, treated and non-treated, were evaluated by an image system (Seed Vigor Imaging System - SVIS®), at The Ohio State University, Department of Horticulture and Crop Science, Columbus, Ohio, U.S.A. For statistical analysis, the experimental design was the completely randomized, with four replications. Seed quality data evaluated right after harvest was submitted to variance analysis and means were compared by the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ), separately for each desiccation treatment. After chemical treatment, means were compared by the Tukey test ( $p \leq 0,05$ ) and analyzed as a factorial  $2 \times 6 \times 8$  (with and without pre-harvest desiccation  $\times$  vigor levels  $\times$  product) for fungicides,  $2 \times 6 \times 2$  for insecticides and  $2 \times 6 \times 3$  for

micronutrients and the biostimulant. Dunnett test ( $p \leq 0,05$ ) was applied to compare each mean value with the control, without chemical treatment. Data was also compared by a simple correlation test ( $r$ ). It was concluded that: a) pre-harvest desiccation of soybean plants with glyphosate applied at the physiological maturity stage, decreases seed germination and seedling length; b) chemical treatment with fungicides, insecticides and micronutrients increases germination of seeds produced by glyphosate-desiccated plants, even those with higher initial vigor; c) cumulative effects of phytotoxicity caused by both plant desiccation with glyphosate and subsequent chemical treatment on seed germination are restricted to the application of difenoconazole and biostimulant to seeds with intermediate initial vigor; d) cumulative effects of phytotoxicity caused by both plant desiccation with glyphosate and subsequent seed chemical treatment on seedling development are restricted to the application of captan and tolylfluanid and of Co+Mo to seeds with intermediate initial vigor, due to decreasing hypocotyl and primary root length, respectively; e) harmful effects of glyphosate as desiccant on seedling vigor and growth are expressed regardless of product for treatment or seed initial vigor after four days of seedling development and; f) cumulative effects of phytotoxicity caused by both plant desiccation with glyphosate and subsequent seed chemical treatment on seedling vigor and growth are expressed only on 3-day old seedlings after the application of thiabendazole and tiametoxam to more vigorous seeds.

Key words: *Glycine max*, physiological quality, glyphosate, image analysis

## 01. INTRODUÇÃO

Durante a maturação das sementes, ocorrem alterações morfológicas e fisiológicas desde o momento da fecundação do óvulo. A partir da maturidade fisiológica, desligada fisiologicamente da planta, as sementes são sujeitas às variações das condições do ambiente.

A maturidade fisiológica identifica o momento de máximo potencial fisiológico das sementes. Portanto, seria natural a decisão de realizar a colheita quando tal estágio fosse atingido. Entretanto, devido ao alto grau de umidade das sementes e quantidade excessiva de partes verdes das plantas, incompatível com a colheita mecanizada, podem ocorrer dificuldades para o recolhimento e trilha das sementes.

A utilização de dessecantes para a antecipação da colheita de sementes tem sido observada em diversas culturas, principalmente na soja. O uso de dessecantes possibilita a colheita das sementes em período mais próximo à maturidade fisiológica, proporcionada pelas reduções do teor de água. É uma alternativa que, ao minimizar a deterioração por redução do período de permanência no campo, pode possibilitar a produção de sementes com melhor qualidade fisiológica e sanitária.

Devido ao baixo custo, alta eficiência e facilidade do emprego desta prática, produtores de sementes têm utilizado o glyphosate para dessecação de plantas de soja em pré-colheita, objetivando a antecipação da colheita de sementes de cultivares tradicionais dessa espécie. Trata-se de um herbicida pós-emergente, do grupo químico das glicinas



substituídas, com largo espectro de ação, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica. No entanto, há possibilidade de resíduos tóxicos causarem reduções da germinação e do vigor das sementes.

Os efeitos fitotóxicos observados nas plântulas devido à aplicação de glyphosate em pré-colheita podem, ainda, ser agravados pelo posterior tratamento químico das sementes. Vários produtos fitossanitários, nutrientes e bioestimulantes, entre outros, têm sido associados às sementes. Em algumas ocasiões, a aplicação de determinados produtos pode ser prejudicial à qualidade das sementes, expressos, principalmente, pela elevação do número de plântulas anormais.

A efetividade do tratamento químico depende, ainda, de outros fatores, dentre eles o vigor das sementes por ocasião da aplicação do produto. Durante o processo de deterioração das sementes ocorre, primeiramente, a degradação e o aumento da permeabilidade das membranas celulares. Conseqüentemente, as sementes podem tornar-se mais suscetíveis aos estresses ambientais e sensíveis à aplicação de produtos químicos.

Neste contexto, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a germinação das sementes e o desenvolvimento de plântulas de soja em função do tratamento químico das sementes, de diferentes níveis de vigor inicial, com fungicidas, inseticidas, micronutrientes e bioestimulante, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate.

## **02. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Maturidade fisiológica de sementes**

Durante o processo de formação e maturação das sementes, são verificadas alterações na massa de matéria seca, no grau de umidade, no tamanho, na germinação e no vigor das mesmas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), ocorrendo também alterações na sua composição química, seja nos teores de carboidratos, de proteínas e de lipídios (DELOUCHE, 1971).

Maiores capacidades de germinação e vigor de sementes de soja são observadas quando a maturidade fisiológica é atingida (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), ou estágio R7 (FEHR; CAVINESS, 1977), quando o teor de água varia entre 45% e 60% (MARCOS FILHO, 2005). Nesta fase, a semente se desliga da planta mãe, cessando o aporte de nutrientes e inicia-se o processo de perda de água, até atingir a época de colheita, ou R8, com aproximadamente 13% de água (OLIVER; BEWLEY, 1997).

Durante o processo de maturação, algumas características auxiliam na identificação da ocorrência da máxima qualidade fisiológica das sementes, como o tamanho; este eleva-se rapidamente como consequência da multiplicação e divisão celular que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva, atingindo um máximo. Após esse ponto, o tamanho permanece constante por um determinado período de tempo e, posteriormente, é reduzido. Em geral, para dicotiledôneas, como no caso da soja, a redução do tamanho é

bastante acentuada (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), mas varia em função da quantidade de fotossintetizados disponíveis para serem translocados, da eficiência da translocação, do estágio hormonal da planta e de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos da semente (PELEGRINI, 1986).

O teor de água das sementes de soja decresce durante todo o período de seu desenvolvimento (JACINTO; CARVALHO, 1974). Por ocasião da fertilização, o teor de água é próximo à 90%; ocorre, em seguida, redução para 70% e, posteriormente, decréscimo gradual durante quase todo o período de acúmulo de matéria seca (BURRIS, 1973). Quando da maturidade fisiológica de sementes ortodoxas, são verificados, em média, valores entre 30% e 50% de água, com relatos de 45% a 60% no caso de soja (MARCOS FILHO, 2005). Quando o grau de umidade decresce a valores inferiores a 25%, a deterioração da semente no campo torna-se mais significativa (DELOUCHE, 1973; MONDRAGON; POTTS, 1974).

O acúmulo de matéria seca é um dos parâmetros mais discutidos e estudados na determinação da maturidade fisiológica de sementes. A quantidade de matéria seca aumenta lentamente no início do desenvolvimento da semente e, em seguida, rápida e constantemente, até um valor máximo que se mantém por algum tempo. Ao final do período de maturação, pode haver pequeno decréscimo da matéria seca, dependente da taxa de respiração da semente. Esta característica tem sido apontada como índice mais adequado indicativo do estágio da maturidade fisiológica das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Problemas de deterioração são de pouca expressão se as condições climáticas forem favoráveis a partir do estágio R7 até a época de colheita. No entanto, a ocorrência de condições climáticas limitantes, principalmente altas temperatura e umidade relativa do ar, durante a permanência das plantas no campo, pode determinar sensível redução na qualidade fisiológica das sementes. Esta redução de qualidade tem sido verificada em quase todas as cultivares de soja (SILVA, 2002). Segundo Moraes (2000), a rapidez da perda de qualidade das sementes após a maturidade fisiológica é variável com a espécie, a cultivar e as condições impostas às sementes no campo, após a colheita e durante as operações de beneficiamento e de armazenamento.

Delouche (1980) considerou crítico o intervalo entre a maturidade fisiológica das sementes e a colheita. O atraso da colheita, associado às variações da umidade relativa do ar, causa alternância do teor de água das sementes, com prejuízos expressos pelo aumento das porcentagens de sementes com tegumento rachado e enrugado, e, conseqüentemente, do processo de deterioração, em virtude da facilidade de penetração de patógenos e exposição do tecido embrionário ao ambiente (ZITO, 1994). Além das conseqüências negativas citadas, pode haver, também, aumento da incidência de percevejos com o atraso da colheita (PANIZZI et al., 1979; MARCOS FILHO et al., 1987). Os efeitos na qualidade fisiológica das sementes são, geralmente, traduzidos pelo decréscimo de germinação decorrente do aumento de plântulas anormais (SMIDERLE; CÍCERO, 1998).

A colheita de sementes de soja no estágio de maturidade fisiológica seria, teoricamente, o mais indicado, pois é o momento em que o grau de deterioração é mínimo (POLLOCK; ROOS, 1972; FRANÇA NETO; HENNING, 1984). Com o prolongamento do tempo de permanência no campo, tem sido observada elevação da porcentagem de sementes infectadas por patógenos ou atacadas por insetos e redução da germinação e do vigor (MIGUEL, 2003). TeKrony et al. (1984) e Aguero et al. (1997) relataram diferenças na qualidade fisiológica entre lotes de sementes de soja atribuídas, principalmente, aos efeitos das condições ambientais prevaletentes durante a fase de maturação e colheita, embora características inerentes das cultivares possam, também, exercer alguma influência.

## **2.2. Dessecação química em pré-colheita**

A aplicação de herbicidas dessecantes é uma alternativa passível de emprego por produtores para minimizar a deterioração da qualidade das sementes no campo (INOUE et al., 2003). Inúmeros produtos, como o paraquat e o diquat, têm sido recomendados (RODRIGUES; ALMEIDA, 1995), para diferentes culturas (DOMINGOS et al., 2000; MAGALHÃES et al., 2002; MIGUEL, 2003; LACERDA et al., 2005) e, ao proporcionarem maior uniformidade de maturação e antecipação da colheita, possibilitam a produção de sementes com melhor qualidade fisiológica e sanitária (LACERDA et al., 2005).

A aplicação de produtos dessecantes acelera o processo de perda de água pelas plantas e sementes, diminuindo o período de exposição aos fatores bióticos e abióticos após a maturidade fisiológica. A rápida secagem de todas as partes verdes das plantas da cultura e das plantas daninhas, como consequência da dessecação, permite elevação da eficiência de trabalho das colhedoras e redução das perdas (HAMER; HAMER, 2003). Segundo Lacerda et al. (2001) esses produtos promovem antecipação da colheita de soja, sem alterar a produção, por um período máximo de sete dias em relação à época de colheita sem o emprego da dessecação.

McNeal et al. (1973) e Andreoli e Ebeltoft (1979) referiram-se à aceleração da secagem das sementes por efeito de dessecantes e menor exposição destas às variações das condições do ambiente. Adicionalmente, o produtor de sementes teria, além de minimizada a perda por deterioração, antecipação e maior facilidade na colheita, obtenção de sementes com menor grau de impurezas e de melhor qualidade, diminuição do custo de colheita, redução das perdas por embuchamento da colhedora e menor custo de secagem (FONSECA et al., 1984).

No entanto, o uso de dessecantes pode estimular o desenvolvimento de fungos em vagens e hastes de soja, como constatado por Cerkauskas e Sinclair (1980) ao verificar infecção causada por *Colletotrichum kikuchii*, *Colletotrichum dematium* var. *truncata*, *Fusarium* spp. e *Phomopsis* spp após a aplicação de paraquat. Também Cerkauskas et al. (1983) observaram desenvolvimento de estruturas fúngicas de *Colletotrichum truncatum* e *Phomopsis* spp. em hastes de soja imediatamente após a aplicação de glyphosate e paraquat às plantas.

O aspecto fisiológico essencial da dessecação é a injúria na membrana celular, suficiente para permitir rápida perda de água. O grau e a extensão das injúrias variam de acordo com o produto e o estágio fenológico da planta no momento da dessecação. A dessecação tem seus efeitos dependentes das condições do ar ambiente, sendo favorecida por altas temperaturas e baixas umidades relativas do ar (DURIGAN, 1979).

Resultados positivos têm sido obtidos em relação à eficácia de dessecantes quanto à redução do grau de umidade e preservação da qualidade de sementes de soja (DURIGAN; CARVALHO, 1980; ROMAN et al., 2001; LACERDA et al., 2003;

PELÚZIO et al., 2008; KAPPES et al., 2009). McNeal et al. (1973) também constataram acentuada queda no teor de água e possíveis melhorias da germinação das sementes oriundas de plantas que foram submetidas à dessecação. Similarmente, Costa et al. (1983) observaram, por efeito da aplicação de desseccantes em soja, redução do grau de umidade da semente, de 30% para 17%, após três a cinco dias, e produção de sementes com ligeira superioridade qualitativa. Durigan (1979), Andreoli e Ebeltoft (1979), Batista e Barros (1980), Durigan e Carvalho (1980) e Fraga (1988) verificaram reduções do teor de água das sementes com o emprego de desseccantes e, conseqüentemente, antecipação da colheita de soja e do período de exposição das mesmas à deterioração no campo.

Vários pesquisadores observaram, em soja, diferenças significativas de germinação das sementes, em função do herbicida utilizado na dessecação das plantas em pré-colheita (PEREIRA et al., 1976; CARVALHO et al., 1978; DURIGAN; CARVALHO, 1980; FRAGA, 1988; DALTRO et al., 2010). Mas, segundo Lacerda et al. (2003), os dois herbicidas mais utilizados como desseccantes são o paraquat e o diquat. Estes produtos, do grupo dos bupiridílios, são muito utilizados em várias culturas e têm eficiência comprovada na cultura da soja (DURIGAN; CARVALHO, 1980).

Kappes et al. (2009) observaram antecipação da colheita das sementes de soja, cultivar M-Soy 8866, após dessecação das plantas com paraquat e diquat, além de melhor desempenho dos lotes em alguns dos testes de qualidade empregados, em relação à testemunha. Gomes (1982), utilizando o paraquat e mistura de paraquat+diquat, e Evangelista (2009), utilizando paraquat, constataram qualidade superior das sementes de soja provenientes de plantas desseccadas, comparativamente àquelas oriundas de plantas não desseccadas.

Trabalho realizado por Costa (1984), com a aplicação de desseccantes, revelou antecipação da colheita de soja em nove dias, em relação à época normal, e redução do teor de água da semente de 30% para 17%, no período de três a cinco dias após a aplicação; em dois anos de pesquisa, sementes provenientes de plantas desseccadas com paraquat apresentaram alguma superioridade em qualidade, sem, todavia, grande benefício à germinação e ao vigor no último ano.

Lacerda et al. (2003) avaliaram a aplicação de quatro desseccantes em diferentes épocas na cultura da soja e observaram menores valores de germinação das

sementes produzidas por plantas dessecadas com glufosinato de amônio; a aplicação de paraquat resultou em maior e menor incidência de *Fusarium spp* e *Phomopsis spp* nas sementes, respectivamente, semelhantemente ao verificado por Cerkauskas e Sinclair (1980). Também Evangelista (2009) encontrou sementes de soja com tamanho, germinação e vigor inferiores após dessecação com glufosinato de amônio.

O glufosinato de amônio foi considerado por Lacerda et al. (2005) como o tratamento menos efetivo na obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica, concordando com os resultados de trabalhos realizados por Lazarini et al. (1999) e França Neto et al. (1999), na cultura da soja, e por Domingos et al. (1997), na cultura do feijão. O glufosinato de amônio é um herbicida de contato, com alguma ação sistêmica, para a dessecação de plantas daninhas em pré-plantio (TOMLIN, 1995), e tem sido adotado com mais frequência em campos de produção de feijão.

Da mesma maneira, outros produtos foram testados como dessecantes em pré-colheita das sementes, como o carfentrazone-ethyl, herbicida eficiente no controle de diversas espécies de plantas daninhas tolerantes ao glyphosate, como a trapoeraba (*Commelina spp.*) (CORREA; BORGES, 2000). Este produto, entre muitos outros, tem sido avaliado como dessecante nas culturas do feijão (SANTOS et al., 2004; SANTOS et al., 2005), canola (MARCHIORI JR. et al., 2002) e da soja (INOUE et al., 2003).

A dessecação da soja em pré-colheita não deve ser encarada como uma prática rotineira. A indicação é que seja realizada apenas em situações extremas, como excesso de plantas daninhas, que prejudica a colheita, ou para uniformizar a maturação das plantas de soja com maturação desigual e problemas de haste verde e retenção foliar. Apesar da possibilidade de produção de sementes de soja com melhor qualidade por efeito da dessecação em pré-colheita das plantas, a aplicação é, ainda, somente recomendada para produção de grãos (TECNOLOGIAS..., 2010). A razão para tanto é a possibilidade de alguns dessecantes deixarem resíduos, causadores de redução no vigor das sementes, ou então, promoverem rápido desenvolvimento de fungos nas hastes, vagens e sementes, riscos relacionados às condições do ambiente na época da aplicação (WHIGAN; STOLLER, 1979) e estágio fenológico da soja (LACERDA et al., 2005).

Bovey et al. (1975) também apontaram as principais desvantagens da dessecação, como a possibilidade de ocorrência de resíduos no produto colhido e conseqüente redução da germinação das sementes, dependendo do produto químico e da dose utilizada. Durigan e Carvalho (1980), estudando a aplicação de paraquat na soja aos 72 e 75 dias após o início do florescimento das cultivares IAC 2 e Santa Rosa, detectaram resíduos do produto nas sementes e destacaram a inadequação do uso de produtos destinados ao consumo humano ou animal, quando originados de plantas dessecadas com paraquat.

Por outro lado, Bastidas et al. (1971), em testes com vários produtos na cultura da soja, verificaram ausência de resíduos nas sementes quando empregadas doses de 0,36 e 0,48 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de paraquat. Similarmente, Costa et al. (1983) não observaram efeitos negativos às sementes de soja como consequência da aplicação do mesmo dessecante.

O período ideal para aplicação dos dessecantes na cultura da soja é muito curto e sua determinação deve considerar, principalmente, o estágio de desenvolvimento das plantas (LACERDA et al., 2001).

De acordo com a escala fenológica proposta para a cultura da soja, o estágio considerado para a colheita dessa espécie é o estágio reprodutivo R8; porém, antes dessa fase, a maturidade fisiológica das sementes é atingida em R7 (FEHR; CAVINESS, 1977). Nesta fase, sementes de soja apresentam máxima germinação e vigor, além de teores de água entre 45% e 60% (MARCOS FILHO, 2005). Características morfológicas das plantas auxiliam na identificação do estágio de maturidade fisiológica, recomendado para aplicação de dessecantes, quais sejam plantas com 80% de vagens amareladas, 20% de vagens secas e folhas amareladas (BASTIDAS et al., 1971), ou, então, vagens amarelando e 50% das folhas já amarelas (THOMAS et al., 1974), ou, ainda, ramos e vagens marrons e folhas caídas (HAMMERTON, 1972). Segundo Fehr e Caviness (1977), o estágio R7 é identificado mediante observação da coloração das vagens, quando a maioria se encontra amarela, e com uma delas está totalmente madura na haste principal. Lacerda et al. (2005) concluíram ser a melhor época de dessecação aquela em que são observadas plantas de soja com 80% a 90% de vagens com coloração amarela e marrom e teores de água nas sementes entre 45% e 60%.

A partir do estágio R7, a dessecação pode ser iniciada (TECNOLOGIAS..., 2010). Hamer e Hamer (2003) propuseram épocas mais específicas para



aplicação dos produtos, entre os estádios reprodutivas R7.2 e R7.5. Kappes et al. (2009) verificaram redução do potencial fisiológico de sementes de soja quando os produtos paraquat e diquat foram aplicados antes do estágio R7.2 das plantas. Por outro lado, alguns autores relataram a ocorrência de redistribuição de fotoassimilados de plantas dessecadas nos estádios R6 e R6.5 para as sementes, resultando em aumento de tamanho e não interferindo no processo de maturação (FRAGA, 1988).

Mendonça (1984) observou a exequibilidade da colheita mecânica de plantas de soja, cultivar IAC 8, dessecadas com paraquat aos 59 dias após o início do florescimento, com teor de água das sementes acima de 60%, somente 19 dias após a aplicação do produto. Freitas (1984b), com a mesma cultivar e aplicação do dessecante paraquat em épocas estabelecidas segundo os estádios R6, R7 e R8, verificou antecipação da colheita em 18 dias, sem influência na capacidade de produção de sementes quando o produto foi aplicado em R7.

Nakashima et al. (2000) observaram a possibilidade de aplicação de paraquat entre os estádios R6 e R7, sem redução significativa da produção, obtenção de sementes com elevada qualidade fisiológica e antecipação da colheita das cultivares Savana e Doko em onze e sete dias, respectivamente. Pelúzio et al. (2008), avaliando a dessecação da soja com paraquat, definiram estes mesmos estádios como ideais para aplicação do produto, resultando em maiores taxas de germinação e vigor das sementes, independente da época de colheita.

Todavia, resultados encontrados por Daltro et al. (2010) apontaram que o uso dos dessecantes paraquat, diquat, paraquat+diquat e paraquat+diuron não afeta o rendimento e a qualidade fisiológica de sementes de soja, independente da época de aplicação, tanto em R6.5 como em R7. Em trabalho semelhante, Lacerda et al. (2005) testaram diferentes épocas de aplicação dos dessecantes paraquat, diquat e paraquat+diquat na cultura da soja, a partir de R6, e concluíram ser a melhor época de dessecação quando as plantas apresentavam 80% a 90% de vagens com coloração amarela e marrom e teores de água das sementes entre 45% e 60%.

Adicionalmente, Fonseca (1984) relatou aumento no potencial de infecção das sementes por fungos quando a aplicação de dessecantes foi antes da maturidade

fisiológica. Já Durigan (1979), trabalhando com dessecação da soja em pré-colheita, observou tendência de aumento na porcentagem de infecção por fungos fitopatogênicos à medida que retardou as aplicações.

A aplicação de desseccantes não deve prejudicar o rendimento, a composição química, a germinação e o vigor das sementes, prejuízos que podem advir de aplicações dos produtos em estádios fenológicos anteriores a R7. Para evitar a ocorrência de resíduos na semente, deve ser observado o intervalo mínimo de sete dias entre a aplicação do produto e a colheita (TECNOLOGIAS..., 2010), à semelhança do verificado por Almeida et al. (1991), que confirmaram ausência de resíduo nas sementes de soja oriundas de plantas desseccadas com paraquat quando respeitado o intervalo citado.

### **2.2.1. Dessecação com glyphosate**

Produtos de vários tipos, com diferentes modos de ação e épocas de aplicação têm sido avaliados com a finalidade de acelerar o processo de perda de água pelas sementes, principalmente em soja, com vantagens associadas ao planejamento da colheita, eficiência das colhedoras, controle de plantas daninhas prejudiciais à colheita, ocorrência de danos oriundos de pragas e fungos e produção de sementes de melhor qualidade (MARCOS FILHO, 2005).

Apesar de não recomendada, a dessecação em pré-colheita de campos de produção de sementes de soja com glyphosate tem sido realizada em diversas regiões do Brasil (TECNOLOGIAS..., 2010) devido, principalmente, ao menor preço do produto em relação ao paraquat, herbicida tradicionalmente utilizado (FRANÇA NETO et al., 2007a). O glyphosate [N-(phosphonomethyl) glycine] é um herbicida pós-emergente altamente eficiente, não-seletivo e de ação sistêmica, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas (VARGAS et al., 2007).

O glyphosate inibe a atividade da enzima EPSP (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate) sintase, a qual catalisa a formação da enzima EPSP do phosphoenolpyruvate (PEP) e shikimate-3-phosphate (S3P) na cadeia do ácido chiquímico, com conseqüente inibição na produção dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e

triptofano (JAWORSKI, 1972; DUKE et al., 1979; LYDON; DUKE, 1988; KRUIZE et al., 2000), que são precursores de outros produtos como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzóicos (AMARANTE JR. et al., 2002). Além desse mecanismo de ação, o glyphosate também inibe a síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e eleva a concentração do ácido 3-indolacético (AIA) e possibilita redução do teor de água da biomassa verde das plantas e a antecipação da colheita (COLE, 1985; RODRIGUES, 1994).

A dessecação em pré-colheita das plantas de soja com glyphosate em campos de produção de sementes, apesar de frequente, pode acarretar reduções da germinação e do vigor devido ao não desenvolvimento das raízes secundárias das plântulas (TECNOLOGIAS..., 2010). Albrecht et al. (2007, 2008) observaram tendência linear decrescente na qualidade das sementes com o incremento na dose de glyphosate, justificada pelo possível efeito deletério de altas doses de glyphosate, mesmo em cultivares de soja resistentes a esse herbicida.

Existem muitas pesquisas relacionadas aos efeitos do glyphosate, e suas diferentes formulações, sobre a fisiologia da soja RR, mas pouco é conhecido, contudo, de modo conclusivo, sobre o impacto desses efeitos fisiológicos sobre a qualidade das sementes (ALBRECHT; ÁVILA, 2010), principalmente quando se avalia a dessecação em pré-colheita de cultivares tradicionais.

A fitotoxicidade é resultante de uma complexa interação entre o herbicida, a planta e as condições ambientais, e seus efeitos podem ser muito variáveis. A fitotoxicidade provocada por herbicidas sistêmicos, como o glyphosate é, normalmente, mais danosa, em comparação com a provocada por produtos de contato, pois, apesar de absorvido no local em que a gota foi interceptada (FERREIRA et al., 2007), pode ser transportado pela água para outras partes da plantas, como tecidos internos da semente (MIGUEL, 2003).

Ressalta-se que, até 1994, o limite máximo permitido de glyphosate nas sementes era de  $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$  e, a partir daí, aumentado em 50 vezes para a soja transgênica, passando para  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  (ANVISA, 2010).

França Neto et al. (2007b), em avaliações da qualidade de sementes de soja de duas cultivares e de três tamanhos, aplicaram glyphosate em pré-colheita e

verificaram efeito negativo da dessecação no comprimento das plântulas de ambas as cultivares. Considerando a cultivar Conquista, o menor comprimento do hipocótilo foi observado quando da utilização do produto em dessecação e, também, para a cultivar Xingu quando avaliou-se o comprimento da radícula. Os autores concluíram ser detrimental à qualidade da semente a aplicação de glyphosate como dessecante em campos de produção de semente de soja, além de existir diferença genotípica quanto à sensibilidade ao produto. Resultados semelhantes tinham sido encontrados por Villacorta (1980), em soja, que constatou redução considerável da germinação de sementes e do vigor das plântulas, quando o glyphosate foi pulverizado em plantas com sementes fisiologicamente maduras ou em época próxima a essa.

Daltro et al. (2010) evidenciaram, por duas safras agrícolas, a ação negativa do herbicida glyphosate sobre o potencial fisiológico das sementes de soja de cultivares não portadoras do gene de resistência a esse produto. Os autores verificaram prejuízos ao desempenho das sementes, causados por efeito fitotóxico, traduzido por sintomas característicos nas raízes das plântulas. Funguetto et al. (2004) já havia observado algumas anormalidades nas plântulas de soja de cultivares tradicionais ocasionadas pelo glyphosate, tais como engrossamento, estrias longitudinais e amarelecimento gradativo do hipocótilo, inibição do desenvolvimento da raiz primária e da emissão de raízes secundárias. Os sintomas de redução da qualidade fisiológica das sementes podem ser identificados, principalmente, por meio de medição do comprimento da raiz primária, como verificado por Malaspina (2008).

Supõe-se que possíveis alterações na fisiologia do vegetal e, por decorrência, na qualidade das sementes, sejam devido, principalmente, a compostos originários da degradação do glyphosate, como o ácido aminometilfosfônico (AMPA) do que do glyphosate propriamente (DICK; QUINN, 1995). No entanto, pouco é conhecido sobre a degradação do glyphosate em AMPA em plantas e sobre sua bioquímica de ação dentro dos vegetais (REDDY et al., 2004).

O AMPA é acumulado nas sementes (DUKE et al., 2003) e, portanto, a presença deste composto em soja pode ser um agente nocivo na fisiologia da semente, desencadeador de distúrbios que levam a geração de plântulas anormais. Segundo Hoagland (1980), o AMPA possui ação aparentemente diferente do glyphosate, sendo menos ativo,

porém pode ser tóxico, causando alterações em plântulas de soja. O potencial tóxico do AMPA é conhecido em plantas em crescimento, apesar de não elucidado, por completo, bioquimicamente; no entanto, pouco se sabe sobre sua ação no processo germinativo e nas plântulas (ALBRECHT; ÁVILA, 2010).

Ao relacionar diretamente a ação do glyphosate em soja não transgênica e doenças, alguns autores observaram que substâncias com ação fitoalexínica nessa espécie, como a gliceolina, têm seu efeito antimicrobiano diminuído, mesmo em concentrações extremamente baixas e não tóxicas de glyphosate, atribuídas à inibição da síntese das referidas fitoalexinas (YOSHIKAWA et al., 1978; KEEN et al., 1982). Tal conjectura leva à suposição dessa causa por possíveis decréscimos na qualidade sanitária das sementes (ALBRECHT; ÁVILA, 2010).

### **2.3. Tratamento químico de sementes**

A semente de soja possui um importante papel no estabelecimento da lavoura, mas pode representar o mais importante dos veículos de disseminação e sobrevivência de muitos patógenos. Por meio das sementes, esses microrganismos são introduzidos em novas áreas, podendo sobreviver por anos e se disseminarem pela lavoura como focos primários de doenças (HENNING et. al., 1991).

O controle das doenças na fase que antecede à implantação de uma lavoura ou por ocasião da semeadura faz com que o tratamento das sementes seja considerado uma das medidas mais recomendadas na agricultura, proporcionando menor uso de defensivos químicos e evitando problemas de poluição ambiental (MACHADO, 2000).

A aplicação de produtos fitossanitários tem como finalidade permitir a germinação de sementes infectadas com patógenos, controlar patógenos transmitidos pela semente e proteger as sementes dos fungos do solo (HENNING et al., 1994). Em função disso, o tratamento de sementes com fitossanitários vem sendo utilizado como prática frequente pelos produtores, visando garantir adequada emergência e desenvolvimento inicial das plântulas no campo (NOVEMBRE; MARCOS FILHO, 1991) e, com isso, populações adequadas de plantas quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são adversas

(HENNING et. al., 1991; ZORATO; HENNING, 2001). A realização do tratamento químico de sementes pode, muitas vezes, evitar a ressemeadura da cultura, conforme evidenciaram Goulart et al. (1995), Menten (1996) e Henning (1996).

Por esta razão, 95% do volume de sementes de soja é comercializado com algum tipo de tratamento químico (PEREIRA, 2005). Além da aplicação de fungicidas, outros produtos podem fazer parte do tratamento, transformando-a em veículo de transferência de tecnologias. Entre as práticas pode-se citar a incorporação de micronutrientes, bioestimulantes e inseticidas (FOSSATI, 2004).

A soja é atacada por um grande número de doenças. Dentre elas, as doenças fúngicas são consideradas mais importantes, não somente devido ao maior número, mas também pelos prejuízos causados, tanto no rendimento quanto na qualidade das sementes (HENNING, 2004). A função dos fungicidas de contato é proteger a semente contra fungos presentes no solo e a dos fungicidas sistêmicos é controlar fitopatógenos presentes internamente nas sementes. Assim, é importante que os fungicidas estejam em contato direto com a semente (TECNOLOGIAS..., 2010). O uso de misturas de fungicidas de contato com sistêmicos aumenta o espectro de ação no controle de patógenos.

O tratamento das sementes é considerado como um dos métodos mais eficientes de uso de inseticidas (GASSEN, 1996). Essa prática, quando realizada adequadamente, possibilita reduzir o número de aplicações foliares que, muitas vezes, precisam ser iniciadas logo após a emergência das plântulas (MENTEN, 1991). Os inseticidas usados em tratamento de sementes diferenciam-se de outros tipos de inseticidas pela sua ação sistêmica (SILVA, 1998). Entretanto, resultados de pesquisas têm evidenciado que alguns produtos, quando aplicados sozinhos ou em combinação com fungicidas, podem, em determinadas situações, causar fitotoxicidade (OLIVEIRA; CRUZ, 1986).

A aplicação de reguladores de crescimento via semente tem sido proposta para várias culturas. Segundo Castro e Vieira (2001), biorreguladores vegetais são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno), podendo incrementar a produção e melhorar a qualidade de sementes. Entre as várias alterações, os reguladores de crescimento influenciam o metabolismo protéico, podendo

aumentar a taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes (McDONALD; KHAN, 1983) e ainda no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (CASTRO; VIEIRA, 2001). A mistura de dois ou mais bioreguladores vegetais ou de biorreguladores vegetais com outras substâncias é designada de bioestimulante (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Alguns reguladores apresentam, em suas formulações, micronutrientes, que são inseridos para minimizar problemas advindos da deficiência dos mesmos durante os processos de germinação, desenvolvimento e produção de sementes. Os micronutrientes, hoje, perfazem aproximadamente 50% do uso dos produtos da região no tratamento de sementes, e, também, podem estar misturados com o fungicida (FOSSATI, 2004). Entre eles, o molibdênio (Mo) e o cobalto (Co) são os mais aplicados na soja. O molibdênio é importante para a simbiose entre espécies de *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* e das leguminosas, pois faz parte da molécula da enzima nitrogenase, responsável pela fixação do nitrogênio (N<sub>2</sub>). Além disso, a redução de nitrato a nitrito é catalizada pela enzima adaptativa redutase do nitrato, a qual requer a presença de flavina (NAD) e de molibdênio, durante a reação. O cobalto faz parte da molécula da coenzima cobamida, que participa das reações das etapas iniciais da síntese da leghemoglobina, substância existente nos nódulos que lhes confere a cor avermelhada essencial para a fixação do N<sub>2</sub> (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

Inúmeros produtos com ingredientes ativos distintos são veiculados às sementes no tratamento químico. No Brasil, praticamente 100% das sementes de soja são tratadas com fungicidas, 30% com inseticidas e 50% com micronutrientes (BAUDET; PESKE, 2006). Muitas vezes, problemas de redução da qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, da população de plantas, são causados pelo excesso de produtos aplicados simultaneamente.

### **2.3.1. Efeitos fitotóxicos**

Algumas restrições foram discutidas por Menten (1996) quanto à utilização de tratamento das sementes com produtos químicos. Dentre elas, o autor citou o

possível efeito fitotóxico que pode acentuar-se após o tratamento, causando redução da germinação e vigor de sementes (GIANASI et al., 2000).

De acordo com Henning et al. (1991) e Goulart et al. (1995), o surgimento de novas doenças tornou necessário testes de novos ingredientes ativos, bem como a reavaliação dos produtos que já eram recomendados. O efeito de alguns dos princípios ativos existentes, em determinadas ocasiões, pode ser negativo às sementes, pela redução da germinação decorrente da elevação do número de plântulas anormais ou raquíticas (DHINGRA et al., 1980). Alguns trabalhos com cevada (HAUAGGE; SILVA, 1980), centeio e aveia (BALARDIN; LOCH, 1987), lentilha (MADEIRA et al., 1988), grão-de-bico (KAISER; HANNANN, 1988) e ervilha (PFLEGER et al., 1976) comprovaram haver efeito fitotóxico de produtos químicos aplicados às sementes. Como descrito por Martins e Carvalho (1994), plântulas anormais de soja podem ser consequência de fatores genéticos, mas também de ambientes e práticas de manejo que acarretam a ausência, atrofia ou deformidades em seus órgãos vitais, como a radícula, o hipocótilo e a plúmula, que são difíceis ou impossíveis de serem superadas.

Vários autores referiram-se aos efeitos fitotóxicos do tratamento químico de sementes de soja, dependendo do princípio ativo utilizado. Dhingra et al. (1980) citaram que sementes com alto grau de umidade e danificações mecânicas são mais propícias à fitotoxicidade. O grau de fitotoxicidade varia, ainda, de acordo com a espécie, a cultivar e a coloração das sementes.

Adicionalmente, é importante mencionar a acentuação e/ou maior visibilidade de tais efeitos fitotóxicos nos testes de germinação em laboratório, pois, geralmente, o substrato utilizado permite uma concentração maior do produto junto às sementes (CÍCERO et al., 1989; SILVA, 1989). Silva (1989), trabalhando com milho, mencionou que o tratamento fungicida pode reduzir o número de plântulas normais e elevar o número de plântulas anormais quando utilizado o papel como substrato para a germinação; razão para tanto seria a dosagem recomendada do produto considerar o solo como substrato de germinação e neste, presumidamente, há maior diluição do fungicida e, portanto, menor absorção pelas sementes.



Também Cícero et al. (1989) relataram a absorção dos produtos químicos em maior quantidade por partículas de solo e no substrato papel maior concentração dos fungicidas junto às sementes. Sendo assim, o autor conduziu trabalho com sementes de ervilha e confirmou as tendências de amenização dos efeitos fitotóxicos observadas em laboratório, ou mesmo supressão, quando essas são semeadas no campo (NASCIMENTO; CÍCERO, 1991).

Togni et al. (2007) trataram sementes de soja com diferentes doses de difenoconazole, tetraconazole, tebuconazole, flutriafol e fluquinconazole e observaram prejuízos à germinação das sementes causados pelos produtos tetraconazole e tebuconazole, porém, sem afetar o estande e a altura de plantas no campo. Por outro lado, Veiga et al. (2007) verificaram reduções da germinação das sementes e da emergência das plântulas de soja em campo decorrentes do tratamento químico com ciproconazole.

Visando o controle da ferrugem asiática da soja, Togni (2008) observou efeitos fitotóxicos após tratamento das sementes com os produtos ciproconazole, epoxiconazole, ciproconazole+propiconazole, ciproconazole+trifloxistrobina, propiconazole, epoxiconazole+piraclostrobina e propiconazole+piraclostrobina.

Gianasi et al. (2000) constataram redução da porcentagem de germinação de sementes tratadas com a mistura quintozene + thiabendazole, possivelmente em decorrência de efeito fitotóxico. Reduções significativas nos atributos fisiológicos das sementes de soja (germinação, vigor e emergência de plântulas) também foram encontradas por Goulart et al. (2002) após tratamento com os fungicidas benzimidazóis (tiofanato metílico, carbendazin e benomyl). Os resultados mostraram prováveis efeitos fitotóxicos ressaltados durante o armazenamento das sementes tratadas com esses produtos por um período de 180 dias.

Goulart et al. (1999) verificaram redução da qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com os fungicidas thiabendazole, carbendazin e benomyl, semelhantemente ao constatado por Castro et al. (2008), após a aplicação dos inseticidas tiametoxam e aldicarb.

Furlan e Schreb (2007) observaram um atraso de dois dias na emergência das plântulas de soja cujas sementes foram tratadas com fluquinconazole em

comparação à testemunha sem tratamento. Miguel-Wruck et al. (2007) verificaram que o mesmo ingrediente ativo, aplicado em sementes de soja, reduziu a velocidade de emergência das plântulas, mas não afetou a porcentagem final de plântulas emergidas.

Ao armazenar sementes de soja tratadas com o fungicida PCNB (penta-cloro-nitrobenzeno) em câmara fria, Goulart e Cassetari Neto (1987) relataram diminuição drástica do vigor, sugerindo fitotoxicidade do produto.

Em diversas regiões do Brasil, França Neto et al. (2000) reportaram a ocorrência de sintomas de fitotoxicidade em plântulas de soja decorrente do tratamento das sementes com lotes contaminados do fungicida Rhodiauram<sup>®</sup> (thiram). Os principais sintomas descritos pelos autores foram reduções da velocidade de germinação e de emergência de plântulas, baixo percentual de emergência de plântulas, engrossamento, encurtamento e rigidez do hipocótilo, hipocótilos com fissuras longitudinais, principalmente em sementeiras profundas, atrofia do sistema radicular, com pouco desenvolvimento das raízes secundárias, sendo também relatados problemas de curvatura da raiz principal, retardamento do desenvolvimento vegetativo da parte aérea das plantas, associado com encurtamento da distância de entrenós e, em algumas situações, a presença de multibrotamento no nó cotiledonar. Efeitos semelhantes foram relatados por Henning (2006), que avaliou a aplicação de fungicidas triazóis e estrobirulinas para tratamento químico de sementes de soja.

Pires et al. (2004) verificaram atraso na germinação de sementes de feijão após tratamento com os fungicidas carbendazin, benomyl e captan; sementes tratadas com o fungicida captan, associado ou não a um polímero, mostraram menor vigor, quando avaliadas pelo teste de primeira contagem de germinação, em relação às sementes tratadas com benomyl e carbendazin. Também Pereira et al. (2009) observaram redução significativa da velocidade de emergência de plântulas provenientes de sementes de soja tratadas com os fungicidas carboxin+thiram, fludioxonil+metalaxyl-M ou difenoconazol e associados a um polímero.

Embora o uso de inseticidas no tratamento de sementes seja considerado um dos métodos mais eficientes de utilização deste tipo de defensivo (GASSEN, 1996; CECCON et al., 2004), resultados de pesquisas têm evidenciado que alguns produtos, quando aplicados às sementes, podem, também, causar redução da germinação e da

sobrevivência das plântulas (OLIVEIRA; CRUZ, 1986; KASHYPA et al., 1994; NASCIMENTO et al., 1996).

Em milho, reduções significativas no vigor das sementes foram observadas por Bittencourt et al. (2000) após aplicação de carbofuran, semelhantemente ao constatado por Fessel et al. (2003) que reportaram redução da longevidade, do vigor e da velocidade de emergência de plântulas de milho após tratamento das sementes com deltametrina e pirimiphos-methyl, em doses elevadas. Silveira et al. (2001) observaram menor desenvolvimento radicular de plântulas, após aplicação do inseticida fipronil às sementes.

Ao avaliar a altura das plântulas após tratamento das sementes de feijão preto, Guimarães et al. (2005) observaram efeitos negativos dos inseticidas carbofuran, tiametoxam e imidacloprid. No entanto, os dois últimos somente se revelaram tóxicos se as sementes forem tratadas com antecedência de dez e 30 dias e de cinco e dez dias antes da semeadura, respectivamente.

Em soja, Dan et al. (2010) constataram prejuízos à qualidade fisiológica das sementes da cultivar M-SOY 6101 tratadas com os inseticidas carbofuran e acefato e armazenadas por até 45 dias, devido à redução do comprimento das plântulas. Por outro lado, Tavares et al. (2007) não observaram diferença de germinação e de vigor, quando utilizadas diferentes doses de tiametoxam no tratamento. Esses autores não encontraram diferença no desenvolvimento do hipocótilo e raiz primária de plântulas de soja mesmo após a aplicação de cinco doses do produto.

Louzada e Vieira (2005) verificaram, em feijão, aumento de plântulas anormais e de sementes mortas após a aplicação de doses elevadas de micronutrientes às sementes. Em milho, Silva et al. (2008) observaram reduções da velocidade de emergência e da massa da matéria seca da parte aérea das plântulas após tratamento das sementes com Cellerate® (zinco, molibdênio e ácido giberélico), que possui micronutrientes em sua formulação, exercendo, possivelmente, um efeito fitotóxico. Estes mesmos autores verificaram haver interferência do tratamento químico com bioestimulantes nos sistemas enzimáticos da semente de milho, durante o processo de germinação.

Referindo-se aos bioestimulantes, Diniz et al. (2009) constataram redução na porcentagem de germinação das sementes de alface, quando doses mais elevadas

do produto Stimulate® foram aplicadas. Também Aragão et al. (2003) trataram sementes de milho superdoce com ácido giberélico e verificaram um aumento acentuado no número de anormalidades de plântulas em doses elevadas, indicando um possível efeito fitotóxico.

### **2.3.2. Vigor de sementes e tratamento químico**

A resposta ao tratamento químico de sementes, segundo Menten (1991), varia em função do vigor das sementes, razão para Henning et al. (1991) recomendarem a aplicação, em soja, quando o agricultor utilizar sementes com vigor médio ou baixo, em virtude da ausência de sementes de boa qualidade no mercado.

Machado (2000) relata a dependência da efetividade do tratamento químico a inúmeros fatores, dentre eles o vigor das sementes por ocasião da aplicação do produto. Edje e Burris (1971) verificaram diferentes respostas ao tratamento fungicida em sementes com diferentes níveis de deterioração induzidos pelas condições do teste de envelhecimento acelerado.

De acordo com Ferriss et al. (1987) e Malvick (1988), lotes de sementes com baixa qualidade devido à altos níveis de infecção fúngica são considerados mais responsivos ao tratamento químico.

Os efeitos favoráveis dos tratamentos fungicidas na germinação e vigor das sementes, manifestam-se, principalmente, nas sementes de menor qualidade fisiológica (PEREIRA et al., 1981; NASCIMENTO; CÍCERO, 1991).

Rousseau (1977) observou, com sementes de soja tratadas com fungicidas, maior expressão do vigor no teste de velocidade de emergência de plântulas no campo quando utilizadas sementes de baixa germinação e vigor. Falivene e Miranda (1980) verificaram ausência de significância do tratamento de sementes de soja com thiabendazole para os lotes de qualidade inicial mais alta (81-85% e 86-90%), já que sementes com alto vigor não reagem ao tratamento com fungicidas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000); por outro lado, em sementes com germinação mais baixa, os autores observaram elevação significativa do percentual de plântulas normais.

Sá e Carvalho (1991) estudaram a necessidade do tratamento fungicida em sementes de soja, visando a manutenção da qualidade fisiológica, e determinaram que, nas sementes com menores níveis de vigor, o tratamento proporcionou aumento de até 13% na germinação; porém, com o avanço na deterioração das sementes, o tratamento não foi suficiente para impedir a redução da germinação e do vigor das sementes. Da mesma maneira, elevação da porcentagem de germinação de sementes tratadas de soja foi observada por Desai (1976), com maiores respostas quando de menor qualidade.

Pereira et al. (1981) e Ellis et al. (1975) avaliaram a emergência de plântulas em campo a partir de sementes de soja tratadas com benomyl; sementes com níveis mais baixos de vigor revelaram sintomas de fitotoxicidade do fungicida em alguns casos, havendo necessidade de estudos adicionais sobre a causa dessa anomalia.

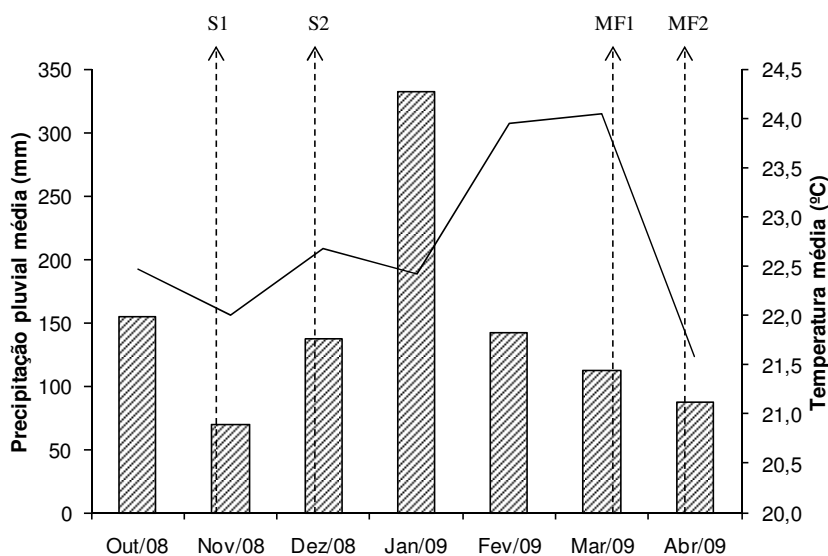
### **03. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Produção das sementes**

O experimento foi instalado e conduzido em área da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, campus de Botucatu-SP. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006) e pela classificação da FAO (2006), como Rhodic Ferralsol. A localização da área experimental está definida pelas coordenadas geográficas 22°49' Latitude Sul e 48°25' Longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 770 metros e declividade de 0 a 3%. Segundo a classificação de Köppen, o clima é caracterizado como subtropical úmido, com precipitação média anual em torno de 1.600 mm e com temperatura média do mês mais quente superior a 23°C e a do mês mais frio de 17°C.

Os dados climáticos foram coletados mensalmente na estação meteorológica da Fazenda Experimental Lageado, próximo à área experimental (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado no campo foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas principais corresponderam a duas épocas de semeadura da soja e as subparcelas à dessecação ou não das plantas com glyphosate, na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup>, em pré-colheita, no estádio R7 (FRANÇA NETO et al., 2007b).



**Figura 1.** Dados médios de precipitação pluvial (▨) e temperatura (—) durante o período de produção das sementes. Botucatu-SP, 2008/2009. S1: semeadura em novembro; S2: semeadura em dezembro; MF1: maturidade fisiológica das sementes produzidas com semeadura em novembro; MF2: maturidade fisiológica das sementes produzidas com semeadura em dezembro.

A área foi dividida em quatro blocos de 72 m de comprimento por 12 m de largura. A área de cada uma das duas parcelas principais foi de 36 m de comprimento por 5 m de largura. As subparcelas tinham 18 m de comprimento por 5 m de largura. As subparcelas foram separadas por uma distância de 2 m no sentido da largura e por 4 m no sentido do comprimento. Um carreador de 4 m, entre os blocos, foi utilizado para facilitar o acesso com veículos. As dimensões das parcelas e dos carreadores foram estipuladas para possibilitar as operações de pulverização. Em cada uma das subparcelas, a área útil foi de 16,2 m<sup>2</sup>.

A semeadura da cultivar Conquista (FRANÇA NETO et al., 2007b; DALTRO et al., 2010) foi realizada mecanicamente, em área coberta por palhada de milho, em duas épocas, nos dias 04/11/2008 e 11/12/2008, utilizando-se sementes previamente tratadas com o fungicida carboxin+thiram e inoculante, e espaçamento de 0,45 m entre linhas,

visando a obtenção de população equivalente a 400.000 plantas por hectare que, mesmo sendo maior que a recomendada, não resultou em prejuízos ao desenvolvimento das plantas (Figura 2A).

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com resultados da análise química do solo (RAIJ et al., 1996) e constou da aplicação de 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 04-20-20 em área total.

Durante a condução do experimento (Figura 2B), foram aplicados o fungicida Opera<sup>®</sup>, os inseticidas Keshet<sup>®</sup>, Metamidofós Fersol<sup>®</sup> e Decis<sup>®</sup> e os herbicidas Fusiflex<sup>®</sup>, Poast<sup>®</sup> e Basagran<sup>®</sup> nas doses recomendadas pelos fabricantes. A aplicação foi feita com pulverizador de barras, munidas com bicos tipo leque, modelo 110-04, marca Tej-Jet, espaçados em 0,5 m, com pressão de trabalho de 50 lbf cm<sup>-2</sup>.

Para ambas as épocas de semeadura, o herbicida glyphosate foi aplicado na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial Roundup<sup>®</sup>, na maturidade fisiológica das sementes, em 24/03/2009 e 07/04/2009 para as semeaduras nos meses de novembro e dezembro (Figura 2C). O estágio R7 foi identificado conforme instruções de Fehr e Caviness (1977).

Além da semeadura ter sido realizada em duas épocas, as sementes foram colhidas em três etapas para cada uma das combinações de tratamentos no campo, quais sejam 1, 7 e 14 dias após a maturidade fisiológica (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> épocas, respectivamente), a fim de se produzir sementes com diferentes níveis de vigor.



**Figura 2.** Desenvolvimento inicial das plântulas (A), desenvolvimento vegetativo (B) e início da senescência foliar (C) de plantas de soja, cultivar Conquista. Botucatu-SP, 2008/2009.



Nas unidades experimentais referentes à colheita realizada no dia seguinte à dessecação, as plantas foram manualmente cortadas, rente ao solo, e colocadas para secagem à sombra, até que as sementes atingissem teor de água próximo de 13%; as vagens foram separadas das plantas, manualmente, e as sementes debulhadas por meio de trilhadeira estacionária. Após sete dias, seguiu-se, também, o corte manual das plantas de soja obtendo-se as sementes após debulha das plantas inteiras em trilhadeira estacionária, em função da redução do teor de água. Nas demais parcelas, 14 dias depois, as sementes foram colhidas com uma colhedora de parcelas automotriz da marca Wintersteiger SeedMech, modelo Nursery Master Elite. No mesmo dia em que se procedeu a colheita das sementes de plantas desseçadas, também foram colhidas as sementes das unidades experimentais sem dessecação.

Os lotes de sementes foram limpos manualmente com auxílio de peneiras, com separação do material inerte e sementes quebradas das sementes puras. Aquelas que apresentavam teor de água superior a 13% foram secas à sombra antes do armazenamento. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em embalagens de papel e mantidas em câmara seca (30% a 40% de umidade relativa do ar e sem controle de temperatura). A cada etapa da pesquisa, foram retiradas amostras de trabalho para avaliação em laboratório.

### **3.2. Qualidade das sementes produzidas**

As avaliações da qualidade fisiológica das sementes de soja após as colheitas foram conduzidas no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal/Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, FCA/UNESP, campus de Botucatu-SP.

Para estabelecimento dos níveis de vigor das sementes produzidas na presença e ausência de dessecação, as sementes foram avaliadas, logo após a colheita, mediante as seguintes determinações:

**Teor de água:** para a determinação do teor de água foram empregadas duas subamostras de 20 sementes e o método da estufa elétrica, sem ventilação forçada, a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas (BRASIL, 1992).

**Retenção em peneiras:** após uniformização do teor de água, duas subamostras de 100 g de sementes foram processadas em um jogo de peneiras de crivos redondos de quatro dimensões (18/64”, 17/64”, 16/64”, 15/64” e fundo, equivalentes a 7,150 x 19,050 mm, 6,950 x 19,050 mm, 6,350 x 19,050 mm, 5,953 x 19,050 mm e fundo, respectivamente). Após agitação manual por um minuto, as sementes retidas em cada peneira tiveram suas massas determinadas; os resultados foram expressos em porcentagem.

**Teste de tetrazólio:** com o objetivo de verificar a porcentagem de sementes viáveis (classes 1-5), o teste de tetrazólio foi realizado com 200 sementes para cada tratamento, pré-condicionadas em papel toalha umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, durante 16 horas, em germinador regulado à temperatura de 25°C. Após este período, as sementes foram colocadas em um becker, imersas em uma solução de concentração de 0,075% de 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio e, em seguida, mantidas no escuro, em estufa com temperatura de 35°C, por três horas, para o desenvolvimento da coloração. Após lavagem em água corrente, as sementes foram avaliadas individualmente, conforme metodologia descrita por França Neto et al. (1998a).

**Dano mecânico (hipoclorito de sódio):** realizado de acordo com Krzyzanowski et al. (2004), a avaliação dos danos mecânicos em soja constou da utilização de quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, imersas durante 10 minutos numa solução diluída de hipoclorito de sódio, com concentração de 0,2%. Decorrido o tempo estabelecido, a solução foi eliminada e as sementes distribuídas sobre folhas de papel toalha para determinação da porcentagem de sementes intumescidas (danificadas). Os resultados foram expressos em porcentagem média por amostra.

**Massa de 100 sementes:** na avaliação da massa de 100 sementes, realizada conforme adaptação de instruções contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) para determinação do peso de mil sementes, oito subamostras de 100 sementes por tratamento foram contadas e tiveram suas massas determinadas; os resultados, expressos em gramas, representaram as médias das repetições.

**Teor de proteína:** para a verificação do teor de proteína das sementes, quatro subamostras de 0,1 g por amostra foram utilizadas para cada tratamento. O teor de proteína foi determinado a partir do conteúdo de nitrogênio total da semente,

determinado pelo método micro-Kjeldhal, utilizando o fator 6,25 para converter o nitrogênio em proteína (AOAC, 1990).

**Teste de germinação:** quatro subamostras de 50 sementes por tratamento foram utilizadas para avaliação da germinação; estas foram dispostas em rolos de papel toalha, umedecidos com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos confeccionados permaneceram acondicionados em sacos plásticos (0,033 mm de espessura) fechados, para evitar a desidratação, e mantidos em temperatura de 25°C por oito dias. A avaliação constou de duas contagens, no quinto e oitavo dias (BRASIL, 1992), computando-se as porcentagens de plântulas normais e anormais.

**Primeira contagem:** conduzida juntamente com o teste de germinação, a primeira contagem de germinação correspondeu à porcentagem de plântulas normais verificadas no quinto dia após a instalação.

**Teste de germinação em areia:** o teste de germinação em areia foi realizado conforme instruções de Brasil (1992); para tanto, quatro subamostras de 50 sementes por tratamento foram semeadas, a 3 cm de profundidade, em caixas plásticas contendo, como substrato, areia de textura média, lavada, esterilizada em estufa a 105°C e, posteriormente, umedecida a 60% da sua capacidade de retenção de água. As caixas foram acondicionadas em sacos plásticos (0,033 mm de espessura) fechados, para evitar a desidratação, e mantidas em temperatura de 25°C por cinco dias; ao final deste período, o número de plântulas normais e anormais foi contado para cada repetição, calculando-se a porcentagem média de germinação.

**Teste de envelhecimento acelerado:** conforme metodologia descrita por Marcos Filho (1999), o teste de envelhecimento acelerado consistiu da disposição das sementes de cada tratamento sobre tela no interior de caixas plásticas (11 x 11 x 3,5 cm), em camada única, sem entrarem em contato com os 40 mL de água destilada contidos no fundo. As caixas foram fechadas e mantidas no interior de sacos plásticos a 42°C por 72 horas em câmara de envelhecimento Hitachi modelo MT10. Imediatamente após o término do período de envelhecimento, quatro subamostras de 50 sementes, em rolos de papel toalha, foram expostas às mesmas condições descritas para o teste de germinação, porém avaliando-se a porcentagem de plântulas normais aos cinco dias após a semeadura. Após o período de envelhecimento foi determinado o teor de água das sementes.

**Teste de condutividade elétrica:** a avaliação da condutividade elétrica consistiu da disposição de quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, com massas conhecidas, em recipientes plásticos, adicionando-se 75 mL de água destilada. Os recipientes foram mantidos em temperatura de 25°C por 24 horas para, a seguir, proceder-se leitura com condutivímetro (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999), modelo Digimed D31. O resultado foi expresso em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  dividindo-se a leitura pela massa das sementes.

**Comprimento de plântulas:** o teste de comprimento de plântulas foi realizado em substrato de papel toalha umedecido conforme descrito para o teste de germinação, com o emprego de quatro subamostras de 10 sementes por tratamento dispostas sobre linha traçada no terço superior do papel, no sentido longitudinal. Os substratos, na forma de rolos, foram colocados em sacos plásticos (0,033 mm de espessura), para evitar a desidratação, e mantidos, verticalmente, em temperatura de 25°C por cinco dias, na ausência de luz (NAKAGAWA, 1999). Decorrido este período, o comprimento da raiz e do hipocótilo foram medidos separadamente com auxílio de uma régua e o comprimento médio calculado pelo quociente entre a soma das medidas e o número de sementes utilizadas no teste, para cada repetição (VANZOLINI et al., 2007).

**Massa de matéria seca de plântulas:** a massa da matéria seca das plântulas foi determinada utilizando as plântulas obtidas ao final do teste de comprimento que, após retirada dos cotilédones, foram colocadas separadamente em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 80°C, durante 24 horas. Os cálculos foram efetuados dividindo-se a massa obtida pelo número de plântulas contidas em cada rolo de papel (NAKAGAWA, 1999) e, posteriormente, a média aritmética para as quatro subamostras; com expressão dos resultados em mg por plântula.

### **3.3. Qualidade fisiológica das sementes após o tratamento**

Posteriormente ao ranqueamento dos níveis de vigor das sementes, conforme média de desempenho nas avaliações descritas na etapa 3.2, as sementes foram tratadas com os produtos descritos na Tabela 1, sendo mantida também uma testemunha, sem tratamento. Para realização desta etapa, quatro meses pós a colheita das sementes, amostras de

trabalho foram retiradas da câmara seca onde as sementes estavam armazenadas. Para o tratamento, realizado em laboratório, as sementes foram acondicionadas em copos plásticos e os produtos foram incorporados com auxílio de um bastão de vidro, até que fosse observada uma cobertura uniforme das sementes.

**Tabela 1.** Ingredientes ativos, produtos comerciais e doses utilizadas no tratamento de sementes de soja.

Classificação	Ingrediente ativo	Produto Comercial	Dosagem (g/mL do p.c.)
Fungicidas	Carboxin+Thiram	Vitavax Thiram 200 SC <sup>®</sup>	250 mL
	Thiram	Sementiram 500 SC <sup>®</sup>	300 mL
	Captan	Orthocide 500 <sup>®</sup> PM	240 g
	Carbendazin	Derosal 500 SC <sup>®</sup>	60 mL
	Thiabendazole	Tecto 100 SC <sup>®</sup>	31 mL
	Tolyfluanid	Euparen M 500 PM <sup>®</sup>	100 g
	Difenoconazole	Spectro <sup>®</sup> SC	33 mL
	Fludioxonil+Metalaxyl-M	Maxim XL <sup>®</sup> SC	100 mL
Inseticidas	Fipronil	Standak <sup>®</sup> SC	200 mL
	Tiametoxam	Cruiser <sup>®</sup> 350 FS	200 mL
Micronutrientes e bioestimulante	Co+Mo+B+Zn	Biocrop <sup>®</sup>	200 g
	Co+Mo	CoMo Plus 250 <sup>®</sup>	100 mL
	Citocinina+Ácido indol-butílico+Ácido giberélico	Stimulate <sup>®</sup>	500 mL

\*Doses de fungicidas e inseticidas aplicadas por 100 kg de sementes. Doses de micronutrientes e bioestimulate aplicadas por hectare.

Antes da aplicação, determinou-se o teor de água das sementes, segundo metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os testes empregados nesta etapa foram alguns dos descritos no item 3.2 e recomendados para identificação de sintomas de fitotoxicidade em plântulas de soja, quais sejam, de germinação, de primeira contagem do teste de germinação, de comprimento de plântulas e de massa da matéria seca de plântulas e de cotilédones (FRANÇA NETO et al., 2000). Esta última avaliação foi realizada conforme descrição abaixo:

**Massa de matéria seca de cotilédones:** realizado conforme adaptações de Nakagawa (1999), a massa da matéria seca dos cotilédones foi determinada utilizando aqueles separados das plântulas no final do teste de comprimento, sendo colocados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 80°C,

durante 24 horas. Os cálculos foram efetuados dividindo-se a massa obtida pelo número de cotilédones e, posteriormente, a média aritmética das quatro subamostras; com expressão dos resultados em mg por cotilédone.

### **3.4. Análise por imagem de plântulas**

As sementes, na última etapa da pesquisa, foram avaliadas quanto às características das plântulas por meio de análise computadorizada de imagens (Seed Vigor Imaging System - SVIS®). As análises foram realizadas na The Ohio State University, Department of Horticulture and Crop Science, em Columbus, Ohio, Estados Unidos.

Devido à menor produtividade de sementes colhidas na 1ª época, independentemente do mês de semeadura, avaliou-se, nesta etapa, somente quatro níveis de vigor das sementes. As amostras de trabalho retiradas da câmara seca, nove meses após a colheita, foram enviadas à instituição onde as avaliações foram realizadas e, logo após a recepção do material, armazenadas em câmara fria (30% a 40% de umidade relativa do ar e 10°C de temperatura).

As sementes foram avaliadas, primeiramente, mediante a determinação do teor de água e da germinação, já descritos no item 3.2.

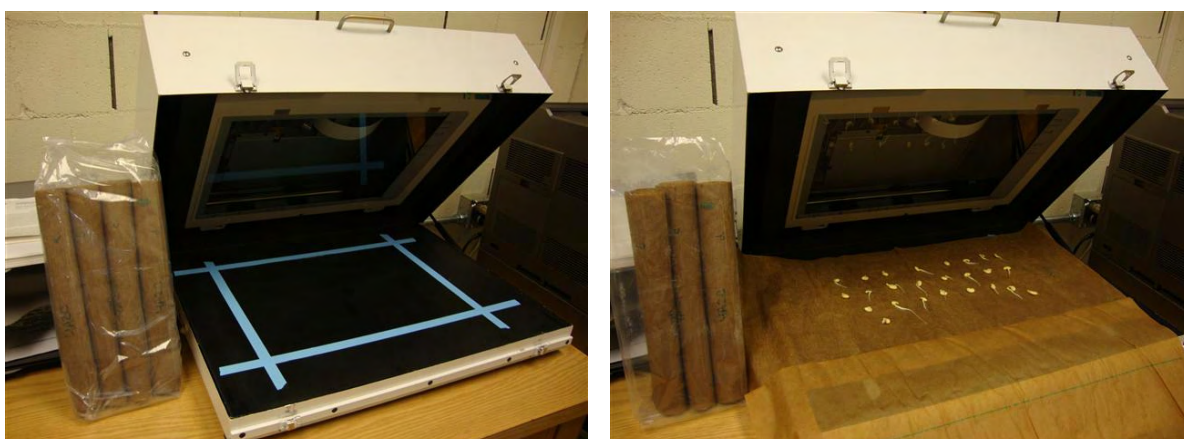
A seguir, o desenvolvimento das plântulas foi avaliado por meio do programa computacional SVIS® (SAKO et al., 2001; HOFFMASTER et al., 2003), de acordo com a metodologia descrita a seguir:

a) Captação das imagens: quatro subamostras de 25 sementes para cada tratamento foram colocadas para germinar a 25°C, durante cinco dias, seguindo metodologia proposta para o teste de germinação. Visando o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas, os rolos foram abertos para captação das imagens das plântulas em *scanner*, com resolução de 98 dpi, instalado de maneira invertida no interior de uma caixa de alumínio, no terceiro, quarto e quinto dias após a semeadura (Figura 5).

b) Processamento e análise: as imagens foram analisadas pelo software Seed Vigor Imaging System (SVIS®). Nessa avaliação, o eixo radícula/hipocótilo de cada plântula foi marcado em vermelho. Nas plântulas avaliadas no 3º e 4º dias, o eixo foi

identificado corretamente; no entanto, à medida que as plântulas alcançam maior desenvolvimento, houve necessidade de efetuar correções manuais de erros, tais como a complementação de uma parte da plântula marcada parcialmente, inclusão de plântulas não computadas ou exclusão de sementes mortas mal assinaladas. Após a análise e avaliação de cada imagem, o *software* gerou automaticamente valores numéricos referentes ao comprimento das plântulas (somatório do comprimento de todas as plântulas contidas na amostra) e índice de uniformidade de desenvolvimento que, combinados, formam o índice de vigor. Os valores do índice de vigor foram baseados na rapidez e uniformidade do desenvolvimento das plântulas da amostra, em relação ao máximo valor possível de comprimento das plântulas de soja; este máximo valor é um parâmetro estabelecido na programação do software e definido pelo próprio analista mediante observação do comprimento da plântula do melhor tratamento. Na presente pesquisa, estabeleceu-se em 10 polegadas, equivalentes a aproximadamente 25,4 cm, o máximo valor possível de comprimento da plântula. O valor do índice de vigor foi calculado com base em 70% e 30% dos valores de crescimento e uniformidade, respectivamente.

Após o processamento das imagens, foram obtidos valores médios de comprimento, uniformidade de desenvolvimento e índice de vigor para cada tratamento (HOFFMASTER et al., 2005).



**Figura 3.** Scanner montado de maneira invertida, no interior de caixa de alumínio, no momento da aquisição da imagem das plântulas de soja.

### 3.5. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Os dados de caracterização da qualidade das sementes após a colheita foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), para cada condição de dessecação química das plantas, visando estabelecer os níveis de vigor das sementes por meio de uma média de desempenho em todas as avaliações.

Após o tratamento químico, além da análise de variância, realizou-se comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em esquema fatorial 2 x 6 x 8 (presença e ausência de dessecação em pré-colheita x níveis de vigor x produto) para fungicidas, 2 x 6 x 2 para inseticidas e 2 x 6 x 3 para os micronutrientes e bioestimulante. Aplicou-se o teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ) para comparação de cada valor médio com a testemunha. Na análise de imagens, a análise estatística foi realizada separadamente em cada dia de avaliação das plântulas.

Os dados obtidos também foram comparados pelo teste de correlação linear simples ( $r$ ), sendo mostradas somente as significâncias revelantes à discussão dos resultados.



## **04. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Produção das sementes**

As aplicações de glyphosate no estágio da maturidade fisiológica das sementes foram realizadas nos dias 24/03/2009 e 07/04/2009 para as semeaduras nos meses de novembro e dezembro, atingindo o R7 aos 140 e 117 dias após a semeadura. Tais variações, em número de dias, foram decorrentes das condições ao ar ambiente e sanitárias durante a condução da cultura semeada nas diferentes épocas. Referindo-se à variações na duração do ciclo, Medina et al. (1997) compararam duas épocas de semeadura da soja e verificaram, em semeadura mais tardia, redução do ciclo da cultura semeada em Campinas-SP e Votuporanga-SP em 12 a 18 dias e em 13 a 31 dias, respectivamente, dependendo da cultivar, devido, principalmente, à antecipação do florescimento. Quanto à colheita, para as semeaduras em novembro e dezembro, a 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> épocas de colheita foram realizadas em 25/03/2009 e 08/04/2009, 01/04/2009 e 15/04/2009 e 07/04/2009 e 22/04/2009, respectivamente.

Ao final do processo de produção, logo após a colheita, foram determinados os teores de água das sementes, apresentados na Tabela 2. Os valores foram maiores na 1<sup>a</sup> colheita, quando as sementes se encontravam na maturidade fisiológica, independente da época de semeadura ou condição de dessecação, e consoantes aos descritos por Marcos Filho (2005), quando a máxima massa de matéria seca das sementes é atingida.

**Tabela 2.** Teor de água (%) por ocasião da colheita de sementes de soja, cultivar Conquista, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Época de semeadura	Época de colheita	Condição de dessecação	
		Com	Sem
Novembro	1 <sup>a</sup>	58,43	58,21
	2 <sup>a</sup>	27,57	34,44
	3 <sup>a</sup>	13,37	13,93
Dezembro	1 <sup>a</sup>	57,14	55,40
	2 <sup>a</sup>	13,26	13,43
	3 <sup>a</sup>	13,52	14,82

Valores mais baixos devido à secagem das sementes foram observados na 2<sup>a</sup> colheita, devido à aceleração da perda de água após a maturidade (MARCOS FILHO, 2005). Nesta época de colheita, constatou-se redução mais acentuada do grau de umidade das sementes da 1<sup>a</sup> para a 2<sup>a</sup> colheita quando as plantas foram dessecadas, comparativamente àquela sem dessecação, similarmente ao observado por Andreoli e Ebeltoft (1979) e Malaspina (2008). No entanto, mesmo sete dias após a aplicação do glyphosate, o grau de umidade das sementes ainda era incompatível com a colheita mecanizada. Tais resultados foram somente observados quando da semeadura em novembro, já que na semeadura realizada no mês seguinte o grau de umidade das sementes não variou entre a execução ou não de dessecação em pré-colheita. Também Freitas (1984a), avaliando o efeito da dessecação com 2,4-D, paraquat e glyphosate de plantas de soja da cultivar IAC 8, não verificaram redução significativa do teor de água das sementes em relação às não dessecadas, sete dias após a aplicação dos produtos. As sementes produzidas com semeadura em dezembro e colhidas em abril (2<sup>a</sup> colheita) tinham menos água, provavelmente devido à secagem mais rápida em campo, em função da menor umidade relativa do ar (Figura 1).

Segundo França Neto et al. (2007a), a colheita da soja deve ser realizada quando o teor de água das sementes estiver entre 13% e 15%, valores observados na 3<sup>a</sup> época para semeadura em novembro e na 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> épocas para a semeadura em dezembro.

## 4.2. Qualidade das sementes produzidas

Logo após a colheita, as sementes da cultivar Conquista tiveram sua qualidade fisiológica avaliada para que fossem caracterizados diferentes níveis de vigor. Para tanto, as épocas de semeadura e de colheita foram combinadas totalizando seis tratamentos, avaliados separadamente com e sem dessecação química das plantas.

De acordo com a Tabela 3, os teores de água das sementes de soja produzidas na primeira época de semeadura não foram uniformes, já que o equilíbrio higroscópico varia em função da temperatura, do teor de água inicial e de condições intrínsecas da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), mas mantiveram-se baixos.

**Tabela 3.** Teor de água (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Época de semeadura	Época de colheita	Condição de dessecação	
		Com	Sem
Novembro	1 <sup>a</sup>	11,4	11,0
	2 <sup>a</sup>	10,8	12,1
	3 <sup>a</sup>	7,8	7,8
Dezembro	1 <sup>a</sup>	9,6	9,8
	2 <sup>a</sup>	9,1	9,1
	3 <sup>a</sup>	8,4	8,7

Independentemente da condição de dessecação, aproximadamente 90% das sementes colhidas na 1<sup>a</sup> época foram retidas nas peneiras 16/64”, 17/64” e 18/64” (Tabela 4). Similarmente, a colheita realizada 7 dias após a maturidade resultou em maior retenção de sementes nas peneiras maiores, com mais de 70% delas retida nas peneiras 17/64” e 18/64”, com variação em função da época de semeadura. Sementes colhidas na 3<sup>a</sup> época, 14 dias após a maturidade, apresentaram maior tamanho independentemente do mês de semeadura ou da condição de dessecação, também com mais de 70% delas retida nas peneiras 17/64” e 18/64”.

**Tabela 4.** Retenção em peneiras (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Época de semeadura	Época de colheita	Retenção em peneiras				
		15/64''	16/64''	17/64''	18/64''	Fundo
Com dessecação						
Novembro	1 <sup>a</sup>	8,53 a <sup>(1)</sup>	34,70 a	38,42	17,07 d	1,28 ab
	2 <sup>a</sup>	6,86 ab	26,12 b	39,44	25,64 c	1,94 a
	3 <sup>a</sup>	4,81 bc	21,03 b	39,85	32,95 b	1,36 ab
Dezembro	1 <sup>a</sup>	5,39 bc	25,41 b	38,37	30,15 bc	0,68 b
	2 <sup>a</sup>	5,17 bc	21,77 b	38,23	33,38 b	1,45 ab
	3 <sup>a</sup>	5,16 c	14,70 c	36,34	43,29 a	0,51 b
C.V. (%)		31,08	14,49	6,26	15,43	43,95
F <sub>calc</sub>		7,523**	28,124**	1,634ns	28,641**	5,417**
Sem dessecação						
Novembro	1 <sup>a</sup>	6,39 a	28,07 a	40,12	24,79 d	0,63 bc
	2 <sup>a</sup>	6,02 ab	23,39 ab	40,85	28,09 cd	1,65 a
	3 <sup>a</sup>	5,42 abc	20,92 b	39,82	32,55 bc	1,29 ab
Dezembro	1 <sup>a</sup>	4,21 bc	22,96 b	38,26	34,19 bc	0,39 c
	2 <sup>a</sup>	4,89 abc	20,02 b	37,69	35,74 ab	1,66 a
	3 <sup>a</sup>	4,01 c	15,16 c	37,93	41,97 a	0,93 bc
C.V. (%)		26,40	14,74	6,04	13,73	44,18
F <sub>calc</sub>		4,129**	14,297**	2,526ns	14,145**	10,407**

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade; ns: não significativo.

Com o objetivo de estabelecer diferentes níveis vigor, avaliou-se a qualidade física e fisiológica das sementes de soja. O ranqueamento dos lotes de sementes produzidas com (Tabela 5) e sem (Tabela 6) aplicação de glyphosate em pré-colheita foi realizado mediante uma média de desempenho nos testes observados nas referidas tabelas.

Sementes com maior tamanho (peneira 18/64'') foram produzidas com a semeadura de dezembro e posterior colheita na 3<sup>a</sup> época, independentemente da condição de dessecação.

A porcentagem de sementes danificadas mecanicamente foi variável entre épocas de colheita. Maiores porcentagens foram constatadas na 1<sup>a</sup> colheita, provavelmente devido ao método utilizado para a debulha. Apesar do corte das plantas ter sido realizado manualmente, as sementes colhidas na maturidade foram debulhadas mecanicamente em equipamento estacionário. A semeadura de dezembro com posterior colheita mecânica das

sementes na 3ª época também resultou em alta porcentagem de sementes danificadas, superando o limite de 10% estabelecido por Krzyzanowski et al. (2004) no teste de hipoclorito de sódio em lotes de soja. No entanto, os danos mecânicos proporcionados pelo método de colheita não foram suficientes para afetar a viabilidade das sementes, que foi superior a 80% independentemente do tratamento, como observado pela análise dos dados obtidos no teste de tetrazólio. Menores porcentagens de sementes viáveis foram observadas para as colheitas em R7 e ambas as épocas de semeadura. Tal resultado foi constatado para sementes produzidas tanto com quanto sem dessecação das plantas em pré-colheita.

A massa das sementes de soja foi, também, variável, já que, apesar de característica genética, pode ser influenciada pelo ambiente de produção (MARCOS FILHO, 2005). Além da produção de sementes de maior tamanho na semeadura de dezembro, com posterior colheita na 3ª época, foram produzidas sementes com maior massa.

Os teores de proteína das sementes de soja foram distintos entre épocas somente quando o glyphosate não foi aplicado em pré-colheita. Nesta situação, maior conteúdo foi observado em sementes colhidas 14 dias após a maturidade e com semeadura no mês de novembro. Em geral, os teores de proteína de sementes produzidas com semeadura nesta época foram superiores aos de sementes com semeadura no mês seguinte. Segundo Marcos Filho (2005), a época de semeadura, o espaçamento e a população por unidade de área estabelecem os níveis de competição entre as plantas e podem influenciar a proporção das reservas armazenadas nas sementes.

A germinação das sementes de soja colhidas na 1ª época foi inferior em comparação àquelas colhidas mais tardiamente, independentemente da época de semeadura, para ambas as condições de dessecação. A germinação das sementes produzidas por plantas dessecadas foi inferior a 44% devido à alta porcentagem de plântulas anormais decorrentes de danificações mecânicas na colheita e, principalmente, da alta incidência de fungos, muito comum em sementes com trincas e fissuras no tegumento. Mesmo com germinação reduzida, maiores e menores porcentagens de plântulas normais e anormais, respectivamente, foram observadas na ausência de dessecação, sendo possível inferir que há prejuízos ao referido processo fisiológico das sementes decorrentes da aplicação de glyphosate.

**Tabela 5.** Retenção na peneira 18/64” (R18, %), dano mecânico (DM, %), viabilidade (TZ<sub>1-5</sub>, %), massa de 100 (M100, g), teor de proteína (TP, %), germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), germinação em areia (GA, %), plântulas anormais do teste de germinação em areia (AGA, %), envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE,  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm) e massa da matéria seca (MS, mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, oriundas de sementes produzidas com dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Época de semeadura	Época de colheita	Avaliações							
		R18	DM <sup>(1)</sup>	TZ <sub>1-5</sub>	M100	TP	G	AG	PC
Novembro	1 <sup>a</sup>	16,95 d <sup>(2)</sup>	21 b	82 b	18,74 e	36,15	23 bc	62 ab	19 bc
	2 <sup>a</sup>	25,61 c	4 a	92 a	18,87 de	36,56	44 a	50 a	42 a
	3 <sup>a</sup>	32,92 b	6 a	94 a	19,11 cd	37,22	35 ab	57 ab	19 bc
Dezembro	1 <sup>a</sup>	30,13 bc	44 c	81 b	19,35 bc	35,70	13 c	67 b	14 c
	2 <sup>a</sup>	33,36 b	6 a	93 a	19,60 b	36,62	38 ab	54 ab	25 b
	3 <sup>a</sup>	43,65 a	19 b	91 a	20,01 a	36,01	31 ab	66 b	13 c
C.V. (%)		15,43	10,09	4,48	2,55	4,22	47,44	22,08	43,62
F <sub>calc</sub>		28,641**	91,405**	31,702**	30,061**	1,958ns	9,218**	4,163**	20,038**
		GA	AGA	EA	CE	CR	CH	CT	MS
Novembro	1 <sup>a</sup>	44 b	28 b	32 ab	77,58 bc	1,75 ab	1,56 cd	3,31 bc	31,55 a
	2 <sup>a</sup>	75 a	17 a	44 a	70,96 ab	2,88 ab	1,88 bc	4,56 abc	33,78 a
	3 <sup>a</sup>	77 a	12 a	33 ab	80,73 c	4,56 a	3,81 a	8,25 a	27,54 a
Dezembro	1 <sup>a</sup>	49 b	39 c	24 b	86,31 c	0,50 b	0,25 d	0,75 c	12,50 b
	2 <sup>a</sup>	81 a	12 a	39 a	68,23 a	4,31 a	2,19 bc	6,56 ab	24,84 a
	3 <sup>a</sup>	76 a	14 a	26 b	78,91 bc	2,25 ab	3,19 ab	5,44 ab	26,35 a
C.V. (%)		15,16	28,78	38,93	11,31	104,66	65,54	86,66	40,78
F <sub>calc</sub>		39,775**	56,727**	5,476**	9,164**	4,797**	12,737**	6,272**	7,839**

<sup>(1)</sup> Dados transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)} + 0,5$ .

<sup>(2)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade; ns: não significativo.

**Tabela 6.** Retenção na peneira 18/64” (R18, %), dano mecânico (DM, %), viabilidade (TZ<sub>1-5</sub>, %), massa de 100 (M100, g), teor de proteína (TP, %), germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), germinação em areia (GA, %), plântulas anormais do teste de germinação em areia (AGA, %), envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE,  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm) e massa da matéria seca (MS, mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, oriundas de sementes produzidas sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Época de semeadura	Época de colheita	Avaliações							
		R18	DM <sup>(1)</sup>	TZ <sub>1-5</sub>	M100	TP	G	AG	PC
Novembro	1 <sup>a</sup>	24,78 d <sup>(2)</sup>	25 c	83 c	19,26 cd	36,78 ab	56 c	34 b	53 c
	2 <sup>a</sup>	28,08 cd	4 a	93 a	19,41 bcd	36,57 b	84 ab	11 a	69 b
	3 <sup>a</sup>	32,52 bc	7 a	92 ab	19,03 d	38,29 a	88 a	10 a	85 a
Dezembro	1 <sup>a</sup>	34,18 bc	54 d	84 c	19,54 abc	35,26 b	52 c	41 b	48 cd
	2 <sup>a</sup>	35,73 ab	7 a	93 ab	19,70 ab	35,73 b	68 bc	27 b	41 d
	3 <sup>a</sup>	41,91 a	17 b	90 b	19,85 a	36,41 b	89 a	10 a	86 a
C.V. (%)		13,73	9,21	3,70	2,79	4,10	23,90	62,54	17,17
F <sub>calc</sub>		14,145**	128,197**	30,806**	9,750**	7,735**	14,039**	15,687**	50,096**
		GA	AGA	EA	CE	CR	CH	CT	MS
Novembro	1 <sup>a</sup>	61 c	24 b	52 bc	73,36	6,69 b	3,38 bc	10,31 b	36,46
	2 <sup>a</sup>	70 abc	18 ab	80 a	72,92	12,50 a	4,50 abc	17,06 a	35,36
	3 <sup>a</sup>	74 ab	13 a	70 a	80,39	11,13 a	4,31 abc	15,31 a	30,85
Dezembro	1 <sup>a</sup>	45 d	46 c	40 c	79,32	6,00 b	3,06 c	9,19 b	36,59
	2 <sup>a</sup>	81 a	14 a	67 ab	71,91	10,56 a	4,63 ab	15,13 a	32,94
	3 <sup>a</sup>	67 bc	16 a	73 a	78,42	12,63 a	5,06 a	17,56 a	34,89
C.V. (%)		17,97	33,67	23,74	11,11	31,90	35,22	31,39	23,69
F <sub>calc</sub>		17,212**	45,384**	15,163**	3,110ns	13,316**	4,466**	10,096**	1,190ns

<sup>(1)</sup> Dados transformados em  $\arcsin \sqrt{(x/100) + 0,5}$ .

<sup>(2)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* significativo a 1% de probabilidade; ns: não significativo.

Na primeira contagem do teste de germinação, maior porcentagem de plântulas normais foi verificada em sementes colhidas na 2ª época, com semeadura em novembro e oriundas de plantas dessecadas. Por outro lado, quando as plantas não foram dessecadas, as sementes colhidas mecanicamente 14 dias após a maturidade eram as mais vigorosas, quando avaliadas por este teste, independentemente da época de semeadura.

O teste de germinação em areia revelou maiores e menores porcentagens de plântulas normais e anormais produzidas por sementes colhidas na 1ª época, independentemente da época de semeadura. Tais resultados foram mais condizentes com os das avaliações discutidas anteriormente, comparativamente aos testes de germinação e de primeira contagem de germinação, em razão da possibilidade de minimização da influência da incidência de fungos no substrato de papel e da ocorrência de danos durante a embebição quando o teste é realizado em areia. Segundo França Neto e Henning (1992), a germinação das sementes em areia ou solo é menos afetada por fungos, especialmente *Phomopsis* spp., restrito ao tegumento, que permanecem no substrato durante a emergência das plântulas. Além disso, quando o teste de germinação é realizado em areia, tem sido observada elevação da porcentagem de germinação e, em consequência, da redução na ocorrência de plântulas anormais, devido à absorção mais lenta da água (FRANÇA NETO et al., 1998b).

O teste de envelhecimento acelerado revelou superioridade das sementes colhidas na 2ª época, independentemente da época de semeadura, quando realizada a dessecação das plantas em pré-colheita. Na ausência de aplicação de glyphosate, as sementes colhidas também na 3ª época tiveram germinação superior após as condições adversas do teste. Os resultados do teste de envelhecimento acelerado foram similares aos constatados no teste de germinação. Os teores de água, monitorados após o período de envelhecimento, variaram de 24,8 a 26,4%, indicando uniformidade das condições do teste (MARCOS FILHO, 1999, 2005).

Sementes mais vigorosas, avaliadas pelo teste de condutividade elétrica, foram colhidas de plantas dessecadas sete dias após a maturidade fisiológica, independentemente da época de semeadura. Por outro lado, os resultados não variaram quando o herbicida não foi aplicado.

Da mesma maneira, os comprimentos da raiz primária, do hipocótilo e total das plântulas de soja foram inferiores quando estas foram geradas de sementes colhidas



na 1ª época, provavelmente em decorrência dos danos mecânicos. Tal comportamento foi semelhante em ambas as épocas de semeadura, tanto na presença quanto na ausência de dessecação das plantas.

Quanto à massa da matéria seca das plântulas, somente na presença de dessecação foi observada distinção de qualidade das sementes em razão das épocas. Nesta condição, sementes colhidas na 1ª época, ou seja, em R7, e com semeadura em dezembro, produziram plântulas com menor massa, diferindo dos demais tratamentos.

Como descrito anteriormente, o objetivo da adoção de diferentes épocas de semeadura e de colheita não foi avaliar o efeito destas na qualidade das sementes, mas, sim, a produção de sementes com diferentes níveis de vigor. Condições ambientais, representadas, principalmente, por variações de temperatura do ar e de disponibilidade hídrica durante o período de produção, aliadas às condições de colheita, podem afetar a qualidade das sementes. Considerando o conjunto de dados qualitativos ao final desta etapa, constatou-se que as sementes produzidas em função das diferentes combinações de tratamentos apresentaram níveis de vigor distintos. Considerando os resultados obtidos com sementes oriundas de plantas dessecadas, as combinações que resultaram na produção de sementes de maior e menor qualidade, estatisticamente, foram, nesta ordem: novembro/2ª colheita > dezembro/2ª colheita > novembro/3ª colheita > dezembro/3ª colheita > novembro/1ª colheita > dezembro/1ª colheita. Na ausência de dessecação em pré-colheita, as combinações foram: dezembro/3ª colheita > novembro/3ª colheita > dezembro/2ª colheita > novembro/2ª colheita > novembro/1ª colheita > dezembro/1ª colheita. Como observado, as sementes colhidas na maturidade fisiológica, tradicionalmente de maior qualidade, foram danificadas pelo método de debulha e constituíram, assim, os níveis de vigor inferiores. Todavia, ao final, foi estabelecido, para cada condição de dessecação, seis níveis de vigor, nomeados de um a seis, representando sementes mais e menos vigorosas, respectivamente, sendo os demais níveis intermediários.

#### **4.3. Qualidade fisiológica das sementes após o tratamento**

Após a definição dos níveis de vigor das sementes de soja produzidas por plantas dessecadas ou não com glyphosate em pré-colheita, procedeu-se o tratamento

químico com os produtos descritos na Tabela 1, sendo também mantida uma testemunha sem tratamento.

A manutenção de baixos teores de água das sementes é essencial durante as avaliações de efeitos do tratamento químico, já que em graus de umidade inferiores a 8% a 10% dificilmente os fungos encontrariam condições de desenvolver qualquer atividade metabólica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). De acordo com a Tabela 7, os valores estiveram dentro do intervalo citado e foram relativamente uniformes, com variação máxima de 2,0% entre tratamentos.

**Tabela 7.** Teor de água (%) das sementes de soja, cultivar Conquista, com diferentes níveis de vigor, produzidas com e sem dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate, anteriormente ao tratamento químico. Botucatu-SP, 2009.

Nível de vigor	Condição de dessecação	
	Com	Sem
1	7,6	8,4
2	8,2	9,1
3	8,3	8,7
4	9,2	7,8
5	9,8	9,7
6	9,8	9,7

De acordo com a Tabela 8, a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas de soja foram influenciados pela interação significativa entre o tratamento químico com fungicidas, a aplicação de glyphosate em pré-colheita e o vigor inicial da semente.

A germinação das sementes de soja, tanto na primeira como na última contagem do teste, e a porcentagem de plântulas anormais variaram em função do vigor inicial das sementes; em geral, valores inferiores foram atribuídos às sementes inicialmente menos vigorosas tratadas com quaisquer fungicidas independentemente da realização ou não da dessecação das plantas (Tabelas 9, 10 e 11).

**Tabela 8.** Análise de variância dos dados de germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm) e massa da matéria seca de plântulas (MSP, mg) e cotilédones (MSC, mg) de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Fontes de variação	Avaliações							
	G	AG	PC	CR	CH	CT	MSP	MSC
Produto (P)	150,446**	54,593**	178,289**	23,514**	30,050**	28,310**	579,028**	0,598ns
Dessecação (D)	58,980**	113,566**	32,668**	1146,439**	117,151**	775,525**	26,571**	2,405ns
Vigor (V)	564,198**	574,294**	520,105**	231,187**	188,448**	250,456**	36,802**	10,431**
P x D	5,898**	9,577**	12,664**	2,580*	2,395*	1,260ns	7,100**	0,923ns
P x V	5,383**	10,005**	5,409**	2,140**	3,447**	2,548**	19,508**	1,825**
D x V	10,458**	7,693**	11,138**	28,654**	10,585**	19,074**	7,105**	4,247**
P x D x V	4,161**	4,194**	4,528**	2,010**	2,456**	1,757**	3,049**	1,885**
C.V. (%)	18,72	32,29	22,98	38,95	31,96	33,41	33,39	12,32

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns: não significativo.

**Tabela 9.** Germinação (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	82 AaX <sup>(1)</sup> #	80 AabX #	82 AaX #	80 AaX #	37 CbY	53 BaX #
Captan	83 AaX #	83 AaX #	78 AabX #	81 AaX #	39 BabY #	49 BabX #
Tolyfluanid	80 AaX #	75 AabcY #	79 AabX #	78 AaX #	50 BaY #	52 BaX #
Carboxin+Thiram	79 AaX #	78 AabcX #	78 AabX #	77 AaX #	39 BabX #	49 BabX #
Carbendazin	51 BbcY #	66 AcX	68 AbX	72 AaX #	29 CbY	46 BabX #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	81 AaX #	80 AabX #	84 AaX #	82 AaX #	29 BbX	39 BbX
Difenoconazole	43 BcY #	70 AbcX	26 CDcY #	37 BCbY #	14 DcX #	17 DcX #
Thiabendazole	61 BCbY	79 AabcX #	68 ABbX	75 AaX #	31 DbX	51 CabX #
Testemunha	64	64	63	58	27	32
d.m.s.	11,21	11,36	11,55	7,96	12,34	9,46
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	85 AaX	84 AaX	83 AaX	84 AaX	57 BaX	47 BaX
Captan	89 AaX	88 AaX	85 AaX	83 AaX	57 BaX	47 BaX
Tolyfluanid	88 AaX	88 AaX	83 AaX	81 AaX	59 BaX	54 BaX #
Carboxin+Thiram	84 AaX	82 AaX	79 AabX	76 AaX	40 BbX	46 BaX
Carbendazin	71 AbcX #	69 AbX #	70 AbX #	55 BbY #	41 CbX	43 BCaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	83 AabX	77 AabX	80 AabX	75 AaX	33 BbX	45 BaX
Difenoconazole	61 AcX #	66 AbX #	70 AbX #	47 BbX #	19 CcX #	24 CbX #
Thiabendazole	83 AabX	78 AabX	76 AabX	75 AaX	29 CbcX #	50 BaX
Testemunha	87	84	84	84	45	41
d.m.s.	9,78	7,78	13,31	12,26	15,10	10,23

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 10.** Plântulas anormais (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	14 AaX <sup>(1)</sup> #	14 AaX #	14 AabX #	18 AaY #	46 BcY	44 BabX
Captan	13 AaX #	15 AabY #	19 AabcY #	18 AaX #	44 BbcY	47 BabX
Tolyfluanid	16 AaY #	21 AabY	19 AabcY #	20 AaY #	32 BaY #	43 CabX #
Carboxin+Thiram	15 AaX #	14 AabX #	15 AabX #	18 AaX #	36 BabX	48 CbcX
Carbendazin	34 BbcY	23 AbX	21 AbcX	22 AaX #	37 BabY	39 BaX #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	12 AaX #	13 AaX #	12 AaX #	16 AaX #	42 BbcX	57 CcY
Difenoconazole	41 BcY	22 AabX	47 BdY #	42 BbY #	41 BbcY	56 CcY
Thiabendazole	28 BCbY	16 AabX #	25 BCcY	23 ABaY #	32 CDaY #	40 DabX #
Testemunha	30	30	27	36	43	53
d.m.s.	9,10	9,54	7,78	5,67	7,83	8,25
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	12 AabX	15 AabcX #	14 AabX	12 AaX	31 BabX	50 CaY
Captan	11 AaX	9 AaX	12 AaX	14 AaX	31 BabX	47 CaX
Tolyfluanid	10 AaX	10 AabX	12 AaX	13 AaX	24 BaX	42 CaX
Carboxin+Thiram	13 AabX	12 AabcX	13 AabX	14 AaX	36 BbcX	47 CaX
Carbendazin	21 ABbcX #	18 AbcX #	22 ABbX #	26 BbX #	28 BabX	50 CaY
Fludioxonil+Metalaxyl-M	14 AabX	18 AbcX #	12 AaX	15 AaX	44 BcX #	48 BaX
Difenoconazole	27 AcX #	20 AcX #	19 AabX	33 BbX #	34 BbX	46 CaX
Thiabendazole	13 AabX	15 AabcX #	17 ABabX	16 ABaX	24 BaX	43 CaX
Testemunha	8	8	11	10	33	50
d.m.s.	7,12	5,40	9,46	7,38	9,25	7,97

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 11.** Primeira contagem (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	81 AaX <sup>(1)</sup> #	80 AaX #	81 AaX #	80 AaX #	30 CaY	52 BaX #
Captan	82 AaX #	80 AaX #	76 AabX #	79 AaX #	38 BaY #	46 BaX #
Tolyfluanid	78 AabX #	71 AabcY #	71 AabcX #	68 AabY #	35 BaY	43 BaX #
Carboxin+Thiram	78 AabX #	74 AabX #	76 AabX #	73 AaX #	33 CaX	48 BaX #
Carbendazin	46 BdY	66 AbcX #	65 AbcX #	71 AabX #	24 CabY	41 BaX #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	66 AbcX #	58 AcX	59 AcX #	58 AbX #	4 BcX #	14 BbX #
Difenoconazole	42 BdY	69 AabcX #	25 CDdY #	36 BCcX	14 DbcX #	15 DbX
Thiabendazole	60 CcY #	78 AabX #	64 BCbcY #	74 ABaX #	25 EabX	46 DaX #
Testemunha	41	49	45	32	25	25
d.m.s.	11,92	13,97	11,65	11,18	10,33	10,15
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	84 AaX	80 AaX	83 AaX	84 AaX	55 BaX	45 BaX
Captan	88 AaX	88 AaX	85 AaX	82 AaX	56 BaX	45 BaX
Tolyfluanid	87 AaX	85 AaX	80 AabX	81 AaX	47 BabX	49 BaX #
Carboxin+Thiram	80 AaX	80 AaX	77 AabX	72 AaX	25 CcdX #	42 BaX
Carbendazin	65 ABbX #	64 ABbX #	67 AbcX	54 BbY #	36 CbcX	38 CaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	59 AbX #	40 BcY #	58 AcX	23 CcY #	4 DeX #	17 CDbX #
Difenoconazole	60 AbX #	63 AbX #	69 AbcX	43 BbX #	16 CdeX #	23 CbX #
Thiabendazole	80 AaX	77 AabX	75 AabX	73 AaX	25 CcdX #	45 BaX
Testemunha	80	79	73	77	42	37
d.m.s.	11,93	11,60	16,49	13,45	14,86	10,92

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

Ao comparar as condições de dessecação, maiores e menores porcentagens de plântulas normais, em ambas as contagens, e anormais, respectivamente, foram observadas quando o glyphosate não foi aplicado em pré-colheita, nos tratamentos em que houve diferença significativa entre os valores de germinação (Tabelas 9, 10 e 11). Os efeitos deletérios da aplicação de glyphosate na qualidade fisiológica das sementes também já haviam sido constatados por Villacorta (1980), Tillmann e West (2004), França Neto et al. (2007b), Malaspina (2008) e Daltro et al. (2010), em cultivares convencionais de soja, e Azlin e McWhorter (1981), Miguel (2003) e Penckowski et al. (2005), em feijão.

Mesmo em cultivares transgênicos, Albrecht et al. (2008) identificaram prejuízos na qualidade fisiológica das sementes de soja após imersão das mesmas em diferentes doses de glyphosate. Trabalhando com doses comerciais do produto, Albrecht et al. (2009a) também detectaram decréscimo na qualidade das sementes. Albrecht et al. (2009b) obtiveram resultados que revelaram redução do vigor das sementes por efeito de determinadas formulações de glyphosate.

Segundo Bervald et al. (2010), na semente e em estádios iniciais de plântula não há fotossíntese em função do estágio de formação do aparato fotossintético. Desse modo, a plântula não possui ainda a capacidade de formar aminoácidos indispensáveis para a síntese de proteínas e metabólitos secundários. O bloqueio da biossíntese de aminoácidos aromáticos pela presença do glyphosate, que depende destes precursores, reduz os níveis de proteínas solúveis nos tecidos vegetais prejudicando a germinação e os demais processos iniciais.

Os dados percentuais de germinação e de plântulas anormais correlacionaram-se negativamente (-0,848\*\*); deste modo, é possível inferir que, em geral, a diminuição da germinação pode ter sido decorrente do aumento da porcentagem de plântulas anormais e vice-versa (Tabelas 9 e 10). Os dados de germinação na primeira e última contagem do teste também correlacionaram-se significativamente (0,904\*\*) (Tabelas 9 e 11). Apesar disso, foram constatadas respostas distintas aos tratamentos em ambas as contagens inferindo efeitos negativos à velocidade de germinação, mas não à porcentagem final de germinação, e vice-versa.

A germinação das sementes sem tratamento com fungicidas (testemunha) foi superior nesta etapa do trabalho comparativamente aos resultados das

análises realizadas logo após a colheita, com exceção de sementes oriundas de plantas não dessecadas e colhidas na 1ª época, que consistiram os níveis de vigor 5 e 6. Nas avaliações realizadas logo após a colheita constatou-se alta incidência de fungos nas sementes, mas que perderam sua viabilidade durante o período de armazenamento transcorrido até que as avaliações após o tratamento fossem realizadas (WALLEN; SEAMAN, 1963). Tal fato foi confirmado por Henning et al. (1981) que empregaram as sementes das cultivares Paraná e Bossier. Após seis meses de armazenamento, o índice de sementes infectadas com *Phomopsis* sp. caiu para praticamente zero e, ao mesmo tempo, observou-se elevação na porcentagem de germinação.

Os valores médios de germinação de cada tratamento diferiram dos da testemunha e variaram em função do ingrediente ativo do fungicida aplicado às sementes (Tabela 9). Em geral, as sementes produzidas com dessecação tinham menor germinação antes do tratamento químico, além de maior porcentagem de plântulas anormais, razão pela qual os efeitos benéficos da aplicação de fungicidas podem ter sido mais pronunciados, mesmo em sementes inicialmente mais vigorosas (Tabela 10).

A alta porcentagem de plântulas anormais verificada em sementes provenientes de plantas dessecadas (Tabela 12) pode ter sido decorrente do aumento da incidência de fungos nas mesmas pelo uso do glyphosate, razão pelo qual foram observadas reduções nas anormalidades após o tratamento químico. Em cultivares transgênicas, Albrecht e Ávila (2010) já haviam constatado diminuição da qualidade sanitária das sementes de soja à inibição da síntese de fitoalexinas, como a gliceolina, tendo seu efeito antimicrobiano diminuído com aplicação de glyphosate, mesmo em concentrações extremamente baixas e não tóxicas (YOSHIKAWA et al., 1978; KEEN et al., 1982).

Na presença de dessecação, apenas a aplicação de difenoconazole reduziu a germinação das sementes independentemente do nível de vigor inicial, com exceção do nível 2, assim como quando o ingrediente carbendazin foi utilizado no tratamento de sementes mais vigorosas (Tabela 9), ambos fungicidas sistêmicos (MUNKVOLD et al., 2006). Goulart et al. (1999) também observaram fitotoxicidade em sementes armazenadas de soja, com redução da qualidade fisiológica quando estas foram tratadas com os fungicidas sistêmicos thiabendazole, carbendazin e benomyl, do grupo dos benzimidazóis. A dessecação das plantas, inclusive, já havia ocasionado redução significativa da germinação das sementes



em relação àquelas produzidas por plantas não dessecadas; o posterior tratamento químico proporcionou valores ainda menores, inferindo possível efeito cumulativo. Tais reduções foram constatadas após aplicação de carbendazin e difenoconazole às sementes mais vigorosas e deste último ingrediente ativo às sementes com vigor intermediário. Efeito fitotóxico cumulativo da dessecação das plantas e do tratamento químico também foi constatado na porcentagem de plântulas anormais (Tabela 10) após aplicação de difenoconazole às sementes com vigor inicial intermediário.

Nas demais situações em que foram constatadas diferenças significativas, o tratamento químico proporcionou elevação da porcentagem de germinação das sementes em relação à testemunha (Tabela 9), similarmente ao constatado por inúmeros autores (DESAI, 1976; ROUSSEAU, 1977; FALIVENE; MIRANDA, 1980; PEREIRA et al., 1981; FERRISS et al., 1987; MALVICK, 1988; NASCIMENTO; CÍCERO, 1991; SÁ; CARVALHO, 1991; ZORATO; HENNING, 2001; KROHN; MALAVASI, 2004; PEREIRA et al., 2009; RUFINO et al., 2009).

Quando o glyphosate não foi aplicado às plantas, ocorreu redução da germinação das sementes tratadas em relação à testemunha (Tabela 9). A porcentagem de plântulas normais foi inferior após aplicação de carbendazin e difenoconazole às sementes, contrariamente ao constatado na porcentagem de plântulas anormais (Tabela 10), sendo ambos ingredientes prejudiciais à germinação também na presença de dessecação.

Segundo Dhingra et al. (1980), a aplicação de fungicidas às sementes pode, em algumas ocasiões, ocasionar redução da germinação por elevação do número de plântulas anormais, com sintomas de fitotoxicidade, como observado por Hauagge e Silva (1980), em cevada, Balardín e Loch (1987), em centeio e aveia, Madeira et al. (1988), em lentilha, Kaiser e Hannann (1988), em grão-de-bico, e Pflieger et al. (1976), em ervilha.

Goulart e Cassetari Neto (1987), ao tratar sementes de soja, com alta incidência de *Phomopsis* sp., constataram que a aplicação do fungicida PCNB é fitotóxico às sementes de soja armazenadas em câmara fria, causando uma drástica diminuição no vigor. Efeitos fitotóxicos da aplicação de carbendazin na germinação e no vigor das sementes e na emergência de plântulas de soja foram constatados por Goulart et al. (2002), porém mais evidentes a partir de 60 dias de armazenamento das sementes e agravados com o passar do tempo. Em milho, Moreno-Martinez e Vidal-Gaona (1982) evidenciaram efeitos prejudiciais

do uso do thiabendazole no tratamento das sementes, caracterizados pela redução e elevação do número de plântulas normais e anormais no teste de germinação.

De maneira geral, sementes com níveis inferiores de vigor inicial produziram plântulas com menor desenvolvimento da raiz primária, do hipocótilo e total independentemente das demais fontes de variação (Tabelas 12, 13 e 14). Do mesmo modo, a dessecação das plantas com glyphosate reduziu o comprimento total da plântula e de suas partes, comparativamente à não aplicação do herbicida. Funguetto et al. (2004) esclareceram que, na presença do glyphosate, os processos fisiológicos que estabelecem o desenvolvimento das plântulas de cultivares não modificados geneticamente são drasticamente afetados. Efeitos fitotóxicos causados pela aplicação de glyphosate, traduzidos por menor desenvolvimento das raízes de plântulas, também foram constatados em soja por Villacorta (1980), Nascimento et al. (2000), Funguetto et al. (2004), Tillmann e West (2004), França Neto et al. (2007b), Malaspina (2008) e Daltro et al. (2010).

Os valores de comprimentos da raiz primária e do hipocótilo das plântulas, na presença de dessecação, foram incrementados pelo tratamento químico das sementes com vigor intermediário (nível 4) tratadas com thiram e fludioxonil+metalaxyl-M. (Tabelas 12 e 13), à semelhança do verificado por Rufino et al. (2009), que obtiveram resultados satisfatórios do tratamento de sementes de soja com fludioxonil+metalaxyl-M sobre o desenvolvimento das plântulas da cultivar Vmax RR (NK7059), com maior efeito no crescimento das raízes após a aplicação de maiores doses do produto.

Contrariamente, quando não realizada a dessecação, foi constatada redução do comprimento das partes constituintes das plântulas decorrente da aplicação dos fungicidas, inclusive às sementes mais vigorosas (Tabelas 12 e 13). Destacam-se as reduções no comprimento do hipocótilo, mais acentuadas após tratamento de sementes com vigor intermediário, oriundas de plantas dessecadas, com captan, tolylfluanid e difenoconazole.

Segundo Cícero et al. (1989), o tratamento fungicida pode causar prejuízos à germinação e ao desenvolvimento das plântulas quando da utilização de papel toalha como substrato para a germinação, já que a dose recomendada do produto considera o solo como substrato de germinação e neste, presumidamente, há maior diluição dos produtos. A concentração dos fungicidas junto às sementes no substrato de papel é maior, podendo causar efeito fitotóxico (SILVA, 1989).

**Tabela 12.** Comprimento da raiz primária (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	4,20 AabY <sup>(1)</sup>	4,36 AaY	3,79 AaY	3,58 ABaY #	1,48 CaY	1,98 BCaX
Captan	3,35 ABabY	4,07 AaY	3,12 ABaY	2,41 BCaY	1,18 CaY	1,15 CaY
Tolyfluanid	3,81 AabY	3,31 AaY	3,84 ABaY	2,45 ABaY	1,25 BaY	1,55 BaY
Carboxin+Thiram	4,43 AaY	4,40 AaY	4,00 AaY	3,07 ABaY	1,56 BaY	2,00 BaY
Carbendazin	3,71 AabY	3,97 AaY	3,59 AaY	2,95 ABaY	0,91 CaY	1,64 BCaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	3,87 AabY	4,87 AaY	3,78 ABaY	3,44 ABaY #	1,63 CaY	2,16 BCaX
Difenoconazole	2,86 AabY	3,34 AaY	3,08 AaY	2,34 ABaY	0,85 BaY	0,93 BaY
Thiabendazole	2,61 ABbY	3,72 AaY	3,28 AaY	2,24 ABCaY	0,84 CaY	1,06 BCaY
Testemunha	3,64	4,81	3,70	2,23	1,79	1,57
d.m.s.	1,30	2,42	1,11	0,84	0,98	0,69
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	6,72 AcdX #	7,62 AabX #	7,56 AaX	6,15 AbcdX #	3,36 BabX	3,04 BaX #
Captan	6,72 AcdX #	5,79 AcdX #	6,38 AabcX #	5,70 AdX #	3,10 BabX	3,34 BaX #
Tolyfluanid	7,02 AbcdX #	5,82 ABcdX #	5,09 BbcX #	5,76 ABdX #	3,31 CabX	3,34 CaX #
Carboxin+Thiram	9,60 AaX #	7,89 BaX #	7,72 BaX	7,67 BabX #	3,38 CabX	3,75 CaX #
Carbendazin	8,28 AabcX #	7,35 AabcX #	5,41 BbcX #	7,60 AbcX #	2,85 CabX	2,59 CaX #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	9,52 AaX #	6,91 BabcdX #	6,61 BabX #	9,35 AaX	4,17 CaX	2,83 CaX #
Difenoconazole	8,55 AabX #	5,54 BdX #	5,52 BbcX #	5,88 BcdX #	2,51 CabX	2,60 CaX #
Thiabendazole	5,72 AdX #	6,06 AbcdX #	4,84 AeX #	6,40 AbcdX #	2,35 BbX #	2,63 BaX #
Testemunha	11,75	13,34	9,67	9,90	4,18	6,94
d.m.s.	1,70	1,69	2,89	1,82	1,67	1,49

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 13.** Comprimento do hipocótilo (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	2,87 BCabY <sup>(1)</sup>	3,00 BCabY	4,67 AaX	3,75 BaX #	1,72 DabY	2,16 CDabX
Captan	2,67 AbX	3,02 AabX	2,49 ABcY #	2,45 ABbcX	1,63 BabX	1,63 BabX
Tolyfluanid	3,01 AabX	2,46 ABbY	2,54 AcY #	2,98 AabcX	1,22 CabY	1,60 BCabX
Carboxin+Thiram	3,78 ABaX	3,61 ABaX	4,30 AabX	3,34 BabX	2,07 CaY	2,42 CaX
Carbendazin	2,83 AbY	2,63 AbY	3,06 AcX	2,33 AcY	0,98 BbY	2,19 AabX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	3,16 ABabY	2,63 BbY	3,41 ABbcX	3,87 AaX #	1,56 CabY	1,62 CabX
Difenoconazole	2,61 AbY	2,78 AabX	2,71 AcX #	2,24 AcY #	0,97 BbY	1,33 BbX
Thiabendazole	2,33 ABbY	2,63 AbX	2,87 AcX	2,75 AbcX	0,78 CbY	1,71 BabX
Testemunha	3,07	3,31	3,81	2,96	1,49	1,79
d.m.s.	0,87	1,05	0,96	0,71	0,76	0,75
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	3,64 BabcX #	5,16 AaX	3,65 BaY #	3,38 BbX #	2,47 CaX	1,94 CaX #
Captan	2,81 ABcX #	3,06 AcX #	3,21 AaX #	2,93 AbX #	1,95 BCaX	1,91 CaX #
Tolyfluanid	3,61 AabcX #	3,18 AcX #	3,36 AaX #	2,82 ABbX #	1,99 BaX	1,95 BaX #
Carboxin+Thiram	4,24 AabX #	4,20 AbX #	3,98 AaX	3,40 ABbX #	2,69 BCaX	2,25 CaX #
Carbendazin	3,76 AabcX #	3,59 AbcX #	3,10 AaX #	3,35 AbX #	1,74 BaX	1,67 BaX #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	4,55 AaX #	3,28 BbcX #	3,38 BaX #	4,38 AaX	2,25 CaX	1,49 CaX #
Difenoconazole	4,23 AabX #	3,26 BbcX #	3,10 BaX #	3,28 BbX #	2,02 CaX	1,79 CaX #
Thiabendazole	3,51 AbcX #	3,19 AcX #	3,36 AaX #	2,97 AbX #	2,81 BaX	2,01 BaX #
Testemunha	5,49	5,38	4,89	4,64	2,15	3,56
d.m.s.	0,85	0,81	1,08	0,83	0,97	0,87

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 14.** Comprimento total (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	7,07 AabY <sup>(1)</sup>	7,36 AaY	8,46 AaY	7,36 AaY #	3,20 BaY	4,14 BaX
Captan	6,02 AabY	7,10 AaY	5,62 AbY #	4,86 ABabY	2,81 BaY	2,78 BaY
Tolylfluanid	6,82 AabY	5,76 AaY	5,38 ABbY #	5,43 ABabY	2,47 CaY	3,14 BCaY
Carboxin+Thiram	8,21 AaY	8,01 AaY	8,31 AaY	6,41 ABabY	3,63 CaY	4,43 BCaX
Carbendazin	6,54 AabY	6,59 AaY	6,65 AabY	5,27 ABabY	1,89 CaY	3,83 BCaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	7,03 AabY	7,51 AaY	7,19 AabY	7,32 AaY #	3,19 BaY	3,78 BaX
Difenoconazole	5,46 AbY	6,12 AaY	5,79 AbY	4,58 ABbY	1,83 CaY	2,26 BCaY
Thiabendazole	4,94 ABbY	6,35 AaY	6,14 AabY	4,99 ABabY	1,63 CaY	2,77 BCaY
Testemunha	6,71	8,12	7,52	5,19	3,28	3,36
d.m.s.	2,00	3,25	1,85	1,33	1,67	1,27
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	10,37 BbcX #	12,78 AaX #	11,21 ABaX	9,53 BbX #	5,83 CaX	4,88 CaX #
Captan	9,53 AcX #	8,85 AcX #	9,59 AabX #	8,63 AbX #	5,05 BaX	5,25 BaX #
Tolylfluanid	10,63 AbcX #	9,00 AcX #	8,46 AbX #	8,58 AbX #	5,30 BaX	5,29 BaX #
Carboxin+Thiram	13,84 AaX #	12,08 ABabX #	11,69 ABaX	11,06 BbX #	6,07 CaX	6,00 CaX #
Carbendazin	12,04 AabX #	10,94 AabcX #	8,51 BbX #	10,96 AbX #	4,59 CaX	4,26 CaX #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	14,07 AaX #	10,19 BbcX #	10,00 BabX #	13,73 AaX	6,42 CaX	4,32 CaX #
Difenoconazole	12,77 AabX #	8,80 BcX #	8,62 BbX #	9,16 BbX #	4,53 CaX	4,39 CaX #
Thiabendazole	9,23 AcX #	9,25 AcX #	8,20 AbX #	9,37 AbX #	4,16 BaX	4,63 BaX #
Testemunha	17,24	18,71	14,56	14,55	6,33	10,50
d.m.s.	2,40	2,34	3,81	2,46	2,54	2,27

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

Assim como constatado nas avaliações do crescimento das partes componentes da plântula (Tabelas 12 e 13), o tratamento químico das sementes ocasionou redução do comprimento total da plântula em comparação à testemunha, quando não realizada a dessecação (Tabela 14). Tais resultados não foram observados nos tratamentos com aplicação do glyphosate, com exceção de sementes com vigor inicial intermediário (nível 4) tratadas com thiram e fludioxonil+metalaxyl-M. As reduções no desenvolvimento das plântulas decorrentes da dessecação das plantas foram acentuadas pelo posterior tratamento químico; assim, menor comprimento da plântula foi observado após aplicação de captan e tolylfluanid às sementes com vigor inicial intermediário, devido às reduções ocasionadas por estes mesmos tratamentos no comprimento do hipocótilo.

Para ambas as condições de dessecação das plantas, o tratamento de sementes de quaisquer níveis de vigor com carbendazin proporcionou a produção de plântulas com maior massa de matéria seca, em comparação aos demais fungicidas (Tabela 15). Após a aplicação deste ingrediente, os valores variaram, ainda, com os níveis de vigor, sendo as plântulas com menor massa produzidas por sementes menos vigorosas. A dessecação química das plantas somente ocasionou a produção de plântulas com menor massa, comparativamente à ausência de dessecação, quando as sementes mais vigorosas foram também tratadas com thiram, carbendazin e difenoconazole e quando este último ingrediente ativo foi aplicado às sementes com níveis de vigor intermediário a baixo (níveis 4 e 5).

Comparativamente à testemunha, foram observadas reduções na massa seca das plântulas, dependentes do ingrediente ativo e do vigor inicial das sementes, excetuando-se o tratamento de sementes com carbendazin, que proporcionou valores superiores aos da testemunha (Tabela 15). Não foram constatados efeitos fitotóxicos cumulativos decorrentes da dessecação das plantas e da aplicação dos fungicidas.

De acordo com a Tabela 16, sementes mais vigorosas de soja tratadas com thibendazole e com fludioxonil+metalaxyl-M e thiabendazole, na presença e ausência de dessecação, respectivamente, apresentaram cotilédones com menor massa cinco dias após a germinação, assim como constatado em sementes menos vigorosas tratadas com difenoconazole. No entanto, sementes com os níveis de vigor descritos apresentavam sementes com menor massa anteriormente ao tratamento químico, como destacado no teste de massa de 100 sementes (Tabelas 5 e 6).

**Tabela 15.** Massa da matéria seca (mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	21,3 BbY <sup>(1)</sup>	23,0 BbX	23,7 BbX	23,0 BbX	18,1 BaX #	34,5 AbX
Captan	22,3 AbX	22,8 AbX	21,7 AbX #	22,5 AbX	18,8 AaX #	23,4 AcX
Tolylfluanid	19,7 AbX	17,6 AbX #	16,6 AbX	18,5 AbX #	13,8 AaX #	17,8 AcX
Carboxin+Thiram	25,8 AbX	25,0 AbX	23,4 AbX	23,9 AbX	18,6 AaX #	23,5 AcX
Carbendazin	73,6 ABaY #	65,5 BaX #	79,0 AaX #	70,8 ABaY #	23,3 DaY	54,3 CaX #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	24,3 AbX	20,8 AbX #	22,1 AbX	23,6 AbX	20,6 AaX	21,3 AcX
Difenoconazole	21,2 AbY	19,9 AbX #	23,0 AbX	21,2 AbX #	16,3 AaX #	21,8 AcX
Thiabendazole	19,1 AbX	21,5 AbX	17,4 AbX	17,7 AbX #	17,8 AaX #	22,0 AcX
Testemunha	24,52	27,39	28,38	27,97	25,91	27,88
d.m.s.	5,89	6,59	6,58	5,88	6,89	14,71
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	28,1 AbX	25,3 AbX #	22,7 AbX	21,8 AbX	23,3 AbX	24,5 AbY #
Captan	22,9 AbX #	21,0 AbX #	23,3 AbX	24,6 AbX	21,7 AbX	23,2 AbX #
Tolylfluanid	22,1 AbX #	19,0 AbX #	19,3 AbX #	19,1 AbX #	16,3 AbX #	17,0 AbX #
Carboxin+Thiram	26,5 AbX #	24,0 AbX #	25,0 AbX	23,5 AbX	21,7 AbX	25,7 AbX #
Carbendazin	103,1 AaX #	70,8 CaX #	76,9 CaX #	91,3 BaX #	44,9 DaX	44,7 DaY #
Fludioxonil+Metalaxyl-M	24,7 AbX #	23,7 AbX #	22,5 AbX	25,6 AbX	21,8 AbX	22,8 AbX #
Difenoconazole	28,3 AbX	22,5 AbX #	22,7 AbX	22,7 AbX	20,9 AbX	22,3 AbX #
Thiabendazole	18,8 AbX #	18,0 AbX #	21,1 AbX	20,9 AbX #	20,2 AbX	21,8 AbX #
Testemunha	34,31	36,45	28,99	27,25	28,53	35,23
d.m.s.	7,13	6,70	9,20	6,09	10,93	9,27

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 16.** Massa da matéria seca (mg) de cotilédones de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Thiram	150,1 AabX <sup>(1)</sup> #	158,6 AaX	152,7 AaX #	146,8 AaX	152,4 AabX #	143,2 AaX
Captan	149,5 AabX	154,3 AaX	152,2 AaX #	158,3 AaX	142,4 AabcX	147,1 AaX #
Tolylfluanid	156,7 AaX #	148,5 ABaY	135,7 BaY	150,6 ABaX	141,5 ABabcX	147,7 ABaX #
Carboxin+Thiram	144,8 AabX	152,4 AaX	146,5 AaX	149,8 AaX	159,3 AaX #	142,8 AaX
Carbendazin	145,4 AabX	155,0 AaX	149,8 AaX #	157,4 AaX	139,1 AbcX	140,0 AaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	142,2 AabX	153,5 AaX	146,9 AaX	148,9 AaX	137,4 AbcX	153,1 AaX #
Difenoconazole	152,9 AabX #	159,0 AaX	144,7 ABaX	151,5 AaX	132,3 BcX	141,4 ABaX
Thiabendazole	133,6 CbY	142,1 ABCaX	146,4 ABCaX	158,9 AaX	139,5 BCbcX	155,1 ABaX #
Testemunha	132,20	143,02	137,67	147,46	121,47	128,60
d.m.s.	17,61	16,98	10,81	18,06	23,35	15,81
<b>Sem dessecação</b>						
Thiram	150,6 ABaX #	142,9 ABabY	155,8 AaX #	157,1 AaX #	133,1 BaY	137,2 BaX
Captan	154,4 AaX #	145,8 ABabX	150,0 AaX	151,8 AaX #	130,2 BaX	145,0 ABaX
Tolylfluanid	151,7 ABaX #	162,0 AaX #	149,0 ABaX	145,2 ABaX #	143,5 BaX	147,3 ABaX #
Carboxin+Thiram	152,4 AaX #	139,5 AbX	153,2 AaX #	152,8 AaX #	138,2 AaY	143,9 AaX
Carbendazin	150,5 AaX #	149,2 AabX	146,2 AaX	147,4 AaX #	144,6 AaX	140,2 AaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	144,0 AaX	141,1 AbX	157,5 AaX	141,1 AaX #	148,0 AaX #	152,7 AaX #
Difenoconazole	145,9 AaX	146,8 AabX	149,3 AaX	150,7 AaX #	142,3 AaX	136,7 AaX
Thiabendazole	154,4 AaX #	137,8 AbX	152,9 AaX #	150,4 AaX #	137,9 AaX	141,1 AaY
Testemunha	137,26	127,57	135,87	130,80	126,68	127,11
d.m.s.	13,02	22,10	14,29	9,72	18,09	18,46

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).



O tratamento das sementes de vigor intermediário (níveis 2 e 3) e alto com tolylfluanid e thiabendazole, respectivamente, e produzidas por plantas dessecadas, proporcionou a obtenção de cotilédones com menor massa em comparação à ausência de dessecação (Tabela 16). Tanto com quanto sem dessecação das plantas, as significâncias do teste de Dunnett apontaram incrementos na massa da matéria seca de cotilédones, em comparação à testemunha, após o tratamento químico de sementes com determinados produtos e vigor inicial, mas não foram constatados efeitos proporcionados pela dessecação com glyphosate e acentuados pela aplicação dos fungicidas.

Conforme disposto na Tabela 17, referente ao tratamento químico com inseticidas, efeito significativo da interação entre todas as fontes de variação estudadas na germinação das sementes e no desenvolvimento das plântulas de soja foi constatado, com exceção da massa da matéria seca de cotilédones. Neste caso, observou-se somente influência da condição de dessecação em combinação com o vigor inicial das sementes.

A germinação das sementes de soja variou em função da aplicação de inseticidas somente quando as mesmas foram produzidas sem dessecação das plantas com glyphosate; valores inferiores foram obtidos com sementes dos níveis de vigor 2 e 4 tratadas com tiametoxam, em relação à aplicação de fipronil (Tabela 18). Em comparação à ausência de dessecação, sementes com vigor inicial mais alto, tratadas com ambos os inseticidas, tiveram menor germinação quando produzidas de plantas dessecadas.

Quando realizada a dessecação com glyphosate, foram observadas elevações da germinação em sementes tratadas com inseticidas, comparativamente à testemunha (Tabela 18). Porém, quando as sementes foram produzidas sem a dessecação, o tratamento químico causou diminuição da germinação.

Castro et al. (2008) observaram porcentagem de germinação inferior de sementes de soja tratadas com tiametoxam e aldicarb, comparativamente à testemunha, mostrando, portanto, prejuízos ao desenvolvimento das plântulas de soja. Em contrapartida, Tavares et al. (2007) não observaram diferença de germinação e de vigor quando utilizadas diferentes doses de tiametoxam no tratamento de sementes de soja, assim como Barros et al. (2001), com o mesmo produto em feijão.

**Tabela 17.** Análise de variância dos dados de germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm), plântulas anormais do teste de crescimento (AC, %) e massa da matéria seca de plântulas (MSP, mg) e cotilédones (MSC, mg) de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Fontes de variação	Avaliações							
	G	AG	PC	CR	CH	CT	MSP	MSC
Produto (P)	1,269ns	1,611ns	26,031**	0,020ns	0,352ns	0,017ns	4,839*	0,200ns
Dessecação (D)	1,005ns	3,062ns	1,055ns	169,554**	8,448**	101,269**	5,052*	0,702ns
Vigor (V)	73,629**	35,327**	53,764**	49,117**	64,187**	62,072**	8,757**	0,588ns
P x D	0,829ns	0,403ns	0,786ns	1,125ns	0,545ns	0,195ns	0,020ns	0,246ns
P x V	3,906**	0,878ns	0,919ns	4,874**	2,197ns	4,102**	2,700*	0,640ns
D x V	9,049**	4,569**	10,998**	6,256**	4,154**	4,801**	1,300ns	3,325**
P x D x V	5,609**	3,460**	9,802**	4,862**	18,264**	7,046**	2,464*	1,875ns
C.V. (%)	29,17	45,05	38,93	43,15	31,86	35,63	21,28	16,31

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns: não significativo.

**Tabela 18.** Germinação (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Fipronil	58 BaY <sup>(1)</sup>	65 ABaY	80 AaX #	72 ABaX #	26 CaX	39 CaX
Tiametoxam	57 BaY	76 AaX	77 AaX #	74 AaX #	29 CaY	48 BaX #
Testemunha	64	64	63	58	27	32
d.m.s.	15,52	13,38	10,79	10,05	16,29	11,89
<b>Sem dessecação</b>						
Fipronil	78 ABaX	82 AaX	64 BCaY #	65 BCaX #	12 DbY #	49 CaX
Tiametoxam	76 AaX #	68 AbX #	72 AaX	48 BbY #	43 BaX	45 BaX
Testemunha	87	84	84	84	45	41
d.m.s.	8,74	9,85	13,60	13,24	15,34	8,43

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

Em geral, as porcentagens de plântulas normais (Tabela 18) e anormais (Tabela 19) oriundas de sementes produzidas com dessecação das plantas foram menores e maiores, respectivamente, do que as constatadas no tratamento sem aplicação, anteriormente ao tratamento químico, com correlação significativa entre os dados (-0,721\*\*). Efeitos prejudiciais do glyphosate na qualidade das sementes de soja também foram observados por Villacorta (1980), Tillmann e West (2004), Malaspina (2008) e Daltro et al. (2010).

De acordo com Munkvold et al. (2006), os ingredientes ativos de inseticidas tóxicos aos insetos podem, em algumas circunstâncias, ser também prejudiciais à qualidade das sementes. Os efeitos fitotóxicos podem ser observados durante a germinação, por meio do desenvolvimento anormal das plântulas. Como pode ser observado na Tabela 19, maior porcentagem de plântulas anormais foi verificada em sementes com vigor mais alto e mais baixo (níveis 2 e 5), tratadas com tiametoxam e fipronil, respectivamente, na ausência de dessecação. Do mesmo modo, sementes com vigor inicial mais baixo produziram maior porcentagem de plântulas anormais, independentemente dos demais tratamentos.

**Tabela 19.** Plântulas anormais (%) e primeira contagem (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
Plântulas anormais						
<b>Com dessecação</b>						
Fipronil	28 BaY <sup>(1)</sup>	23 ABaY	13 AaX #	22 ABaX #	29 BaX #	40 CaX #
Tiametoxam	26 BCdaY	16 ABaX #	14 AaX #	20 ABCaX #	29 CDaY #	37 DaX #
Testemunha	30	30	27	36	43	53
d.m.s.	12,30	10,81	6,81	8,61	6,96	6,68
<b>Sem dessecação</b>						
Fipronil	17 ABaX #	10 AaX	22 BCaY #	21 BCaX #	29 CDbX	39 DaX #
Tiametoxam	16 AaX #	20 AbX #	16 AaX	26 ABaX #	20 AaX #	36 BaX #
Testemunha	8	8	11	10	33	50
d.m.s.	6,83	6,13	9,57	8,46	8,12	6,80
Primeira contagem						
<b>Com dessecação</b>						
Fipronil	37 BCdbY	41 BCbY	73 AaX #	55 ABaX #	20 DaX	25 CdbY
Tiametoxam	51 BCaY	72 AaX #	74 AaX #	68 ABaX #	18 DaY	38 CaX #
Testemunha	41	49	45	32	25	25
d.m.s.	16,73	17,29	10,16	12,10	12,21	12,04
<b>Sem dessecação</b>						
Fipronil	59 ABaX #	78 AaX	41 BCbY #	49 BCaX #	8 DbX #	38 CaX
Tiametoxam	69 AaX	65 AaX #	70 AaX	44 BaY #	39 BaX	36 BaX
Testemunha	80	79	73	77	42	37
d.m.s.	14,93	10,39	18,64	16,60	14,52	7,56

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

O tratamento químico das sementes ocasionou redução da porcentagem de plântulas anormais quando altos valores foram reportados anteriormente à aplicação dos produtos (Tabela 19). Entretanto, observou-se aumento da quantidade de plântulas anormais quando a testemunha apresentava porcentagens reduzidas, sendo esta última situação constatada após tratamento das sementes de vigor alto e intermediário com quaisquer inseticidas, na ausência de dessecação.

Os resultados de primeira contagem foram influenciados pelos tratamentos semelhantemente ao teste de germinação, sendo que os resultados de ambos os testes correlacionaram significativamente (0,914\*\*) (Tabela 19). Porcentagens semelhantes ou inferiores de germinação na primeira contagem do teste foram constatadas após tratamento das sementes com fipronil, em comparação ao tiametoxam, para alguns níveis de vigor inicial. Valores inferiores também foram observados em sementes menos vigorosas, independentemente dos demais tratamentos.

Também de maneira similar ao teste de germinação, ganhos de germinação em sementes tratadas com inseticidas e oriundas de plantas dessecadas, comparativamente à testemunha, foram notados (Tabela 19). Contrariamente, na ausência de dessecação, observou-se diminuição da germinação decorrente do tratamento químico, independentemente do vigor inicial ou do ingrediente ativo.

Sementes oriundas de plantas não dessecadas produziram plântulas com comprimentos variáveis de raiz primária, de hipocótilo e total após o tratamento químico com inseticidas; quando aplicados o fipronil ou o tiametoxam, constatou-se menor comprimento das plântulas, dependendo do vigor inicial das sementes (Tabelas 20 e 21). O comprimento do hipocótilo das plântulas também variou quando realizada a dessecação das plantas, sendo valores inferiores reportados após aplicação de fipronil e tiametoxam às sementes com vigor inicial intermediário e alto, respectivamente (Tabela 20). As plântulas produzidas por sementes inicialmente menos vigorosas revelaram menores comprimentos total e de suas partes, para quaisquer condições de dessecação e ingredientes ativos, comparativamente aos demais níveis de vigor.

Os comprimentos da raiz primária e total das plântulas de soja foram inferiores em sementes produzidas com dessecação das plantas, quando diferença estatística entre os valores foi constatada (Tabelas 20 e 21), similarmente aos resultados de Villacorta

(1980), Nascimento et al. (2000), Funguetto et al. (2004), Miranda (2004), Tillmann e West (2004), Bertagnolli (2005), França Neto et al. (2007b), Malaspina (2008) e Daltro et al. (2010).

Em ambas as situações, com e sem dessecação das plantas, sementes com nível intermediário de vigor, tratadas com fipronil e tiametoxam, respectivamente, tiveram hipocótilo menos desenvolvido (Tabela 20). Valores inferiores também foram observados após sementes mais vigorosas, produzidas por plantas dessecadas, terem sido tratadas com tiametoxam.

Quando aplicado o glyphosate, as significâncias apontaram aumento do comprimento das plântulas, e de partes dela, em decorrência do tratamento químico, comparativamente à testemunha, contrariamente ao constatado na ausência de dessecação (Tabelas 20 e 21). Nesta situação, os comprimentos da raiz primária, do hipocótilo e total das plântulas foram reduzidos após o tratamento químico das sementes, independentemente do vigor inicial das mesmas e do produto utilizado no tratamento.

Efeitos cumulativos da aplicação do glyphosate às plantas e posterior tratamento químico somente foram constatados em sementes com vigor intermediário, que, após aplicação de fipronil, produziram plântulas com hipocótilo ainda menos desenvolvido (Tabela 20).

Dan et al. (2010) também verificaram influência negativa do fipronil e tiametoxam, aplicados às sementes de soja, no crescimento radicular das plântulas, em comparação à testemunha, com reduções da ordem de 0,10 e 0,13 cm por dia, respectivamente, no decorrer do período de armazenamento. Resultados similares foram observados por Silveira et al. (2001), em milho, ao tratar as sementes com fipronil.

A massa da matéria seca das plântulas não foi influenciada pelo ingrediente ativo utilizado no tratamento químico das sementes, excetuando-se as menos vigorosas (nível 5), produzidas em área sem dessecação, tratadas com fipronil, que geraram plântulas com menor massa em comparação ao tiametoxam (Tabela 21). Sementes mais e menos vigorosas (níveis 1 e 5) tratadas com fipronil e tiametoxam, respectivamente, produziram plântulas com menor massa na presença de dessecação, em relação à área não dessecada, semelhantemente ao verificado por Bervaldo et al. (2010).

**Tabela 20.** Comprimento da raiz primária (cm) e do hipocótilo (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
Comprimento da raiz primária						
<b>Com dessecação</b>						
Fipronil	3,60 AaY <sup>(1)</sup>	4,12 AaY	3,38 ABaY	2,62 ABCaY	1,18 CaX	1,73 BCaY
Tiametoxam	3,45 ABaY	4,31 AaY	3,70 ABaX	3,20 ABaY #	0,91 CaY	2,05 BCaX
Testemunha	3,64	4,81	3,70	2,23	1,79	1,57
d.m.s.	1,59	2,67	1,12	0,72	0,91	0,51
<b>Sem dessecação</b>						
Fipronil	8,63 AaX #	5,98 BbX #	5,60 BaX #	6,24 BaX #	1,71 CbX #	3,36 CaX #
Tiametoxam	5,64 BCbX #	7,71 AaX #	3,93 CDbX #	6,47 ABaX #	3,45 DaX	3,05 DaX #
Testemunha	11,75	13,34	9,67	9,90	4,18	6,94
d.m.s.	1,53	1,82	2,86	1,45	1,68	1,47
Comprimento do hipocótilo						
<b>Com dessecação</b>						
Fipronil	4,21 AaX #	4,01 AaX	2,88 BbY #	3,01 BbY	1,18 CaX	2,22 BaX
Tiametoxam	2,90 BbY	2,86 BbY	4,06 AaX	4,05 AaX #	1,09 CaY	2,48 BaX #
Testemunha	3,07	3,31	3,81	2,96	1,49	1,79
d.m.s.	0,98	1,10	0,81	0,74	0,69	0,65
<b>Sem dessecação</b>						
Fipronil	4,29 AaX #	4,17 BbY #	3,86 ABaX	4,16 AaX	1,45 CbX	1,89 CaX #
Tiametoxam	4,43 AaX #	4,94 AaX	2,75 BbY #	2,97 BbY #	2,33 BaX	2,18 BaX #
Testemunha	5,49	5,38	4,89	4,64	2,15	3,56
d.m.s.	0,85	0,85	1,10	0,87	0,91	0,77

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 21.** Comprimento total (cm) e massa da matéria seca (mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
Comprimento total						
<b>Com dessecação</b>						
Fipronil	7,82 AaY <sup>(1)</sup>	8,13 AaX	6,26 ABaY	5,63 ABaY	2,37 CaX	3,95 BCaX
Tiametoxam	6,35 ABaY	7,17 AaY	7,76 AaX	7,25 AaY #	1,99 CaY	4,53 BCaX #
Testemunha	6,71	8,12	7,52	5,19	3,28	3,36
d.m.s.	2,42	3,58	1,84	1,30	1,56	1,05
<b>Sem dessecação</b>						
Fipronil	12,92 AaX #	9,15 BbX #	9,46 BaX #	10,40 ABaX #	3,17 CbX #	5,25 CaX #
Tiametoxam	10,07 BbX #	12,66 AaX #	6,68 CbX #	9,44 BaX #	5,78 CaX	5,23 CaX #
Testemunha	17,24	18,71	14,56	14,55	6,33	10,50
d.m.s.	2,19	2,56	3,83	2,13	2,52	2,18
Massa da matéria seca de plântulas						
<b>Com dessecação</b>						
Fipronil	21,22 ABaY	22,28 AaX #	20,69 ABaX #	23,68 AaX #	16,95 BaX #	23,77 AaX #
Tiametoxam	23,85 AaX	23,67 AaX #	22,30 ABaX #	24,42 AaX #	18,42 BaY #	22,99 ABaX #
Testemunha	24,52	27,39	28,38	27,97	25,91	27,88
d.m.s.	3,50	2,72	2,33	3,42	4,46	3,62
<b>Sem dessecação</b>						
Fipronil	25,41 AaX #	22,72 AaX #	21,82 ABaX #	24,21 AaX #	19,33 BbX #	24,31 AaX #
Tiametoxam	23,10 AaX #	25,40 AaX #	21,19 AaX #	23,85 AaX #	25,07 AaX	23,25 AaX #

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).



Para quaisquer condições de dessecação ou níveis de vigor das sementes, o tratamento químico das sementes ocasionou redução da massa da matéria seca das plântulas em comparação à testemunha, com inferência a um possível efeito fitotóxico ocasionado pela aplicação de inseticidas (Tabela 21). Os efeitos deletérios da aplicação de glyphosate às plantas foram, ainda, acentuados após o tratamento das sementes menos vigorosas (nível 5) com tiametoxam.

A massa da matéria seca de cotilédones de soja não foi influenciada pelo tratamento químico (Tabela 22). Entre níveis de vigor, valor inferior foi notado em sementes mais vigorosas, oriundas de plantas dessecadas, e pode estar relacionado à maior transferência de matéria seca para formação da plântula. Segundo Dan et al. (1987), a habilidade dos cotilédones em suprir a nova plântula em crescimento, mediante a transformação das reservas em componentes solúveis utilizados na formação de novos tecidos e a incorporação desses pelo eixo embrionário, estão relacionados ao vigor das sementes. Na ausência de dessecação, os valores de massa da matéria seca de cotilédones foram iguais ou superiores aos observados na presença do herbicida, independentemente do vigor inicial das sementes, excetuando-se sementes com vigor intermediário (nível 4).

**Tabela 22.** Massa da matéria seca (mg) de cotilédones de soja, cultivar Conquista, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Níveis de vigor	Condição de dessecação	
	Com	Sem
1	139,26 Bb <sup>(1)</sup>	150,56 Aa
2	146,63 Aab	150,30 Aa
3	140,12 Aab	144,64 Aa
4	156,33 Aa	139,59 Ba
5	140,40 Bab	153,06 Aa
6	146,44 Aab	143,24 Aa

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

De acordo com a Tabela 23, após a aplicação de micronutrientes e do bioestimulante, foi constatado efeito significativo da interação entre todas as fontes de

variação estudadas na germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas de soja, com exceção do comprimento do hipocótilo das plântulas; neste caso, a significância foi da interação entre a aplicação de glyphosate e o vigor inicial das sementes.

As porcentagens de plântulas normais, na primeira e última contagem, e anormais computadas no teste de germinação foram influenciadas distintamente pelo tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante (Tabelas 24, 25 e 26); porém, em todas as avaliações, a aplicação do bioestimulante prejudicou a qualidade das sementes, independentemente da condição de dessecação.

Desempenho inferior também foi constatado em sementes menos vigorosas, tratadas com quaisquer produtos e produzidas com ou sem aplicação de glyphosate (Tabelas 24, 25 e 26). Ao se constatar diferença significativa entre valores obtidos com e sem dessecação, menor qualidade das sementes foi observada quando o glyphosate foi aplicado. Na ausência de dessecação, o tratamento de sementes mais vigorosas com bioestimulante resultou em maior porcentagem de plântulas anormais, em comparação à área dessecada (Tabela 25).

A aplicação de glyphosate como dessecante em pré-colheita ocasionou a produção de sementes com menor germinação, mesmo antes do tratamento químico (Tabela 24), como reportado por Villacorta (1980), Tillmann e West (2004), Malaspina (2008) e Daltro et al. (2010). A diminuição da porcentagem de germinação das sementes ocorreu, possivelmente, em decorrência do aumento na porcentagem de plântulas anormais, conforme teste de correlação (-0,862\*\*). Os dados de primeira contagem também se correlacionaram positivamente com os de germinação (0,995\*\*).

Em comparação à testemunha, a aplicação de glyphosate em combinação com o tratamento químico das sementes com micronutrientes incrementou a germinação em ambas as contagens, assim como quando o bioestimulante foi aplicado às sementes mais vigorosas, possivelmente em decorrência da diminuição da porcentagem de plântulas anormais (Tabelas 24, 25 e 26). Bays et al. (2007) verificaram que a aplicação de dose baixa do micronutriente Co+Mo+B, combinada com o fungicida carbendazin+thiram, reduziu significativamente a germinação das sementes de soja da cultivar BRS 153, em comparação à testemunha sem tratamento fungicida.

**Tabela 23.** Análise de variância dos dados de germinação (G, %), plântulas anormais do teste de germinação (AG, %), primeira contagem do teste de germinação (PC, %), comprimento da raiz primária (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total da plântula (CT, cm), plântulas anormais do teste de crescimento (AC, %) e massa da matéria seca de plântulas (MSP, mg) e cotilédones (MSC, mg) de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Fontes de variação	Avaliações							
	G	AG	PC	CR	CH	CT	MSP	MSC
Produto (P)	168,847**	101,429**	159,619**	16,538**	2,903ns	11,253**	4,516*	0,605ns
Dessecação (D)	96,845**	94,377**	110,511**	294,740**	38,806**	194,559**	1,992ns	1,451ns
Vigor (V)	182,938**	116,087**	194,040**	86,023**	79,682**	95,675**	3,443**	2,342*
P x D	1,304ns	1,139ns	1,981ns	10,437**	3,229*	8,231**	0,471ns	0,251ns
P x V	4,330**	6,985**	4,585**	4,083**	1,364ns	3,125**	2,904**	1,287ns
D x V	11,457**	17,730**	11,619**	3,565**	12,846**	4,510**	3,718**	5,491**
P x D x V	4,608**	8,577**	4,885**	1,886*	1,838ns	1,854*	3,473**	2,160*
C.V. (%)	23,78	34,02	23,80	42,08	34,14	36,14	50,60	12,72

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns: não significativo.

**Tabela 24.** Germinação (%) de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Co+Mo	72 AaY <sup>(1)</sup>	68 AaY	73 AaX #	66 AbX #	27 BaY	37 BabX
Co+Mo+B+Zn	69 ABaY	61 BaY	79 AaX #	77 AaX #	22 DaY	42 CaX #
Bioestimulante	65 AaX	37 BCbY #	49 BbX #	26 CcY #	3 DbY #	29 CbX
Testemunha	64	64	63	58	27	32
d.m.s.	9,57	14,58	9,71	8,29	9,23	8,83
<b>Sem dessecação</b>						
Co+Mo	84 AaX	83 AaX	77 AaX	75 AaX #	46 BaX	45 BaX
Co+Mo+B+Zn	86 AaX	83 ABaX	72 BaX	73 ABaX #	41 CaX	46 CaX
Bioestimulante	60 AbX #	68 AbX #	44 BCbX #	57 ABbX #	22 DbX #	35 CaX
Testemunha	87	84	84	84	45	41
d.m.s.	11,82	7,40	17,33	7,29	13,27	8,33

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 25.** Plântulas anormais (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Co+Mo	23 AaY <sup>(1)</sup>	20 AaY	19 AaX #	27 AbY #	39 BaY	39 BaX #
Co+Mo+B+Zn	18 BCaY #	27 CaY	13 AaX #	17 ABaX #	45 DaY	49 DbX
Bioestimulante	20 AaX #	44 CbY #	32 ABbX	56 DcY #	45 CaY	46 CabX #
Testemunha	30	30	27	36	43	53
d.m.s.	7,40	11,81	6,91	7,25	8,91	5,91
<b>Sem dessecação</b>						
Co+Mo	11 AaX	11 AaX	14 AaX	11 AaX	26 BaX	40 CaX #
Co+Mo+B+Zn	12 AaX	10 AaX	18 AaX	17 AabX #	35 BbX	47 CabX
Bioestimulante	29 BCbY #	17 AaX #	34 CbX #	23 ABbX #	37 CbX	50 DbX
Testemunha	8	8	11	10	33	50
d.m.s.	9,56	4,12	12,44	5,15	8,41	6,43

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 26.** Primeira contagem (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Co+Mo	69 AaY <sup>(1)</sup> #	67 AaY #	70 AaX #	60 AbY #	22 BaY	34 BabY #
Co+Mo+B+Zn	69 ABaY #	61 BaY	79 AaX #	77 AaX #	22 DaY	42 CaX #
Bioestimulante	64 AaX #	37 BCbY	49 DbX	25 CcY	3 DbY #	29 CbX
Testemunha	41	49	45	32	25	25
d.m.s.	8,49	15,47	9,21	8,29	8,23	8,31
<b>Sem dessecação</b>						
Co+Mo	86 AaX	82 AaX	75 AaX	73 AaX	42 BaX	44 BaX
Co+Mo+B+Zn	83 AaX	83 ABaX	71 BaX	73 ABaX	41 CaX	45 CaX
Bioestimulante	60 AbX #	67 AbX #	44 BCbX #	57 ABbX #	22 DbX #	35 CaX
Testemunha	80	79	73	77	42	37
d.m.s.	11,66	7,55	19,43	7,47	12,98	8,21

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

A aplicação de bioestimulante ocasionou redução da germinação das sementes, comparativamente à testemunha, tanto quando a dessecação foi realizada ou não, na maioria das situações devido ao aumento da porcentagem de plântulas anormais (Tabelas 24 e 25). Também Aragão et al. (2003) trataram sementes de milho superdoce com ácido giberélico e verificaram aumento acentuado no número de anormalidades de plântulas quando utilizadas doses elevadas, como possível consequência de efeito fitotóxico. Castro e Vieira (2001), por outro lado, verificaram que a aplicação de bioestimulantes em sementes mostrou-se eficiente no desempenho do processo germinativo, proporcionando maior número de plântulas normais e reduzindo significativamente as anormalidades de plântulas.

Os efeitos prejudiciais da aplicação de glyphosate em pré-colheita foram acentuados pelo tratamento das sementes dos níveis 2 e 4 de vigor com o bioestimulante; reduções e aumentos no número de plântulas normais e anormais foram constatadas (Tabelas 24 e 25).

Quando os micronutrientes foram aplicados às sementes de soja com vigor inicial alto e intermediário, foi verificada produção de plântulas com comprimentos inferiores de raiz primária e total, na ausência de dessecação, comparativamente ao tratamento com bioestimulante (Tabelas 27 e 29). O comprimento do hipocótilo, por sua vez, não foi influenciado pelo tratamento químico, sendo somente afetado pela aplicação de glyphosate e pelo vigor inicial das sementes (Tabela 28). A aplicação do bioestimulante às sementes de soja influenciou negativamente a germinação, mas pareceu exercer efeitos benéficos no desenvolvimento das raízes primárias e plântulas germinadas, comparativamente aos micronutrientes, na ausência de dessecação. Em comparação à testemunha, no entanto, a aplicação de quaisquer produtos às sementes ocasionou efeitos fitotóxicos. Redução do comprimento total e do hipocótilo das plântulas, também foi verificada por Bays et al. (2007), ao avaliarem a aplicação combinada de micronutrientes e fungicidas, adicionando carboxin+thiram ao tratamento de sementes de soja com Co+Mo+B.

**Tabela 27.** Comprimento da raiz primária (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Co+Mo	3,01 AaY <sup>(1)</sup>	3,20 AaY	2,56 ABaY #	2,00 ABCaY	1,13 BCaY	1,00 CaY #
Co+Mo+B+Zn	3,74 AaY	3,31 AaX	3,11 AaY	2,41 ABaY	1,06 BaX	1,32 BaY
Bioestimulante	4,10 AaY	4,11 AaY	3,59 ABaY	2,44 BCaY	1,11 CaY	1,10 CaY
Testemunha	3,64	4,81	3,70	2,23	1,79	1,57
d.m.s.	1,37	2,56	1,03	0,74	0,86	0,51
<b>Sem dessecação</b>						
Co+Mo	6,84 AaX #	6,22 ABbX #	4,42 CDbX #	4,91 BCaX #	2,67 EaX #	2,98 DEaX #
Co+Mo+B+Zn	5,07 AbX #	3,81 ABcX #	5,12 AbX #	4,51 AaX #	1,98 CaX #	2,39 BCaX #
Bioestimulante	6,96 AaX #	7,86 AaX #	6,67 AaX #	4,84 BaX #	2,26 CaX #	2,96 CaX #
Testemunha	11,75	13,34	9,67	9,90	4,18	6,94
d.m.s.	1,40	1,30	2,90	1,53	1,44	1,18

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).



**Tabela 28.** Comprimento do hipocótilo (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Níveis de vigor	Condição de dessecação	
	Com	Sem
1	2,72 Ba <sup>(1)</sup>	4,10 Aa
2	2,81 Ba	3,91 Aa
3	3,25 Aa	3,05 Ab
4	2,72 Aa	2,54 Ab
5	1,31 Bb	1,79 Ac
6	1,61 Ab	1,86 Ac

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Sementes provenientes de plantas dessecadas originaram plântulas com desenvolvimento reduzido da raiz primária e total, após aplicação de quaisquer produtos, em comparação às sementes oriundas de plantas não dessecadas (Tabelas 27 e 29). Reduções no desenvolvimento de plântulas de soja também foram constatadas por outros autores (VILLACORTA, 1980; NASCIMENTO et al., 2000; FUNGUETTO et al., 2004; MIRANDA, 2004; TILLMANN; WEST, 2004; BERTAGNOLLI, 2005; FRANÇA NETO et al., 2007b; MALASPINA, 2008; DALTRO et al., 2010), ao sumergirem as sementes em glyphosate ou utilizá-lo como dessecante em pré-colheita. Quanto ao comprimento do hipocótilo, tal resposta somente foi verificada em sementes mais (níveis 1 e 2) e menos (nível 5) vigorosas.

Como destacado anteriormente, a dessecação das plantas ocasionou redução do desenvolvimento das plântulas em comparação à não utilização do glyphosate. Após o tratamento das sementes com vigor intermediário (nível 3) e baixo (nível 6) com Co+Mo, os comprimentos de raiz primária foram ainda menores. No entanto, somente a aplicação deste ingrediente às sementes com vigor intermediário ocasionou redução do comprimento total da plântula (Tabelas 27 e 29).

A massa da matéria seca de plântulas de soja foi inferior após o tratamento das sementes mais vigorosas com micronutrientes, quando da produção com dessecação, em comparação ao bioestimulante (Tabela 30). A aplicação do bioestimulante somente proporcionou valores inferiores de massa da matéria seca de plântulas quando sementes pouco vigorosas, e produzidas sem dessecação das plantas, foram tratadas. Silva et

al. (2008) observaram redução no índice de velocidade de emergência das plântulas de milho, quando as sementes foram tratadas com a mistura dos bioestimulantes Stimulate<sup>®</sup> e Cellerate<sup>®</sup>, além de valor inferior de matéria seca da parte aérea de plântulas quando as sementes foram tratadas com o Cellerate<sup>®</sup>, quando comparado à testemunha. Os autores ressaltaram possível efeito fitotóxico dos micronutrientes contidos na formulação desse produto.

Em todas as situações nas quais foi verificada diferença estatística entre médias dos tratamentos e a da testemunha, constatou-se redução na massa da matéria seca das plântulas (Tabela 30). A aplicação do bioestimulante às sementes com vigor mais alto (nível 2), inclusive, ocasionou um efeito fitotóxico cumulativo, considerando que os valores já haviam sido reduzidos em decorrência da dessecação das plantas com glyphosate.

De acordo com a Tabela 31, a massa da matéria seca de cotilédones não consistiu avaliação eficiente para diferenciar os efeitos dos tratamentos devido aos resultados extremamente variáveis. No entanto, maiores valores de massa foram constatados, comparativamente à testemunha, quando detectada diferença significativa entre os tratamentos, indicativos de efeito prejudicial da aplicação de quaisquer produtos às sementes. A massa da matéria seca de plântulas não foi incrementada após o tratamento químico das sementes (Tabela 30); assim, incrementos na massa da matéria seca de cotilédones não representaram transferência de fotoassimilados para desenvolvimento das plântulas, mas, sim, maior retenção das reservas nos cotilédones.

**Tabela 29.** Comprimento total (cm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Co+Mo	5,48 AaY <sup>(1)</sup>	5,96 AaY	5,50 AaY #	4,69 ABaY	2,58 BaY	2,73 BaY
Co+Mo+B+Zn	6,50 AaY	6,21 AaX	6,40 AaY	5,11 ABaY	2,28 CaX	2,96 BCaX
Bioestimulante	7,02 AaY	6,88 AaY	7,13 AaY	5,23 AaY	2,39 BaY	2,55 BaY
Testemunha	6,71	8,12	7,52	5,19	3,28	3,36
d.m.s.	2,09	3,56	1,74	1,51	1,58	1,03
<b>Sem dessecação</b>						
Co+Mo	11,42 AaX #	10,16 AbX #	7,45 BbX #	7,47 BaX #	4,56 CaX	4,85 CaX #
Co+Mo+B+Zn	8,40 AbX #	7,02 AcX #	8,12 AabX #	7,16 AaX #	3,63 BaX #	4,27 BaX #
Bioestimulante	11,34 ABaX #	12,42 AaX #	9,78 BaX #	7,24 CaX #	4,10 DaX #	4,77 DaX #
Testemunha	17,24	18,71	14,56	14,55	6,33	10,50
d.m.s.	2,16	1,81	3,89	2,16	2,13	1,87

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 30.** Massa da matéria seca (mg) de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Co+Mo	18,91 AbX <sup>(1)</sup>	18,70 AaX #	17,67 AaX #	18,13 AaX #	16,76 AaX #	19,31 AaX #
Co+Mo+B+Zn	20,37 AbX	18,92 AaX #	19,52 AaX #	17,96 AaX #	19,79 AaX	22,33 AaX
Bioestimulante	38,33 AaX	14,59 BCaY #	19,53 BCaX #	13,60 CaX #	22,58 BCaY	24,92 BaX
Testemunha	24,52	27,39	28,38	27,97	25,91	27,88
d.m.s.	17,46	4,51	3,19	2,91	7,78	8,07
<b>Sem dessecação</b>						
Co+Mo	21,75 AaX #	20,85 AbX #	19,55 AaX #	20,37 AaX #	19,46 AbX	22,08 AaX #
Co+Mo+B+Zn	20,35 AaX #	19,35 AbX #	20,68 AaX #	19,47 AaX #	21,45 AbX	21,90 AabX #
Bioestimulante	22,78 ABaY #	30,87 AaX	21,30 ABaX #	17,58 BaX #	30,99 AaX	13,35 BbY #
Testemunha	34,31	36,45	28,99	27,25	28,53	35,23
d.m.s.	3,06	7,73	6,85	5,34	11,25	5,85

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 31.** Massa da matéria seca (mg) de cotilédones de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2009.

Produto	Níveis de vigor					
	1	2	3	4	5	6
<b>Com dessecação</b>						
Co+Mo	141,72 BaX <sup>(1)</sup>	145,69 ABaX	138,10 BabY	163,13 AaX #	143,92 BaX #	136,99 BaY
Co+Mo+B+Zn	147,74 ABaX	142,18 ABaX	129,60 BbY	151,46 AaX	144,25 ABaX #	147,13 ABaX #
Bioestimulante	136,93 BaX	144,74 ABaX	150,66 ABaX	156,33 AaX	136,96 BaX	145,67 ABaX #
Testemunha	132,20	143,02	137,67	147,46	121,47	128,60
d.m.s.	18,44	12,27	25,76	11,90	17,50	16,16
<b>Sem dessecação</b>						
Co+Mo	152,07 AaX #	145,37 AaX #	151,47 AaX #	139,08 AaY	147,93 AaX #	153,58 AaX #
Co+Mo+B+Zn	152,53 AaX #	140,72 AaX #	152,02 AaX #	145,44 AaX #	137,94 AaX	142,85 AabX
Bioestimulante	148,82 AaX #	151,53 AaX #	152,27 AaX #	146,98 AaX #	140,68 AaX #	135,40 AbX
Testemunha	137,26	127,57	135,87	130,80	126,68	127,11
d.m.s.	9,80	10,42	11,61	11,45	12,90	17,07

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.4. Análise por imagem de plântulas

De acordo com a Tabela 32, os teores de água das sementes, anteriormente ao tratamento químico, estiveram dentro do intervalo proposto por Carvalho e Nakagawa (2000) considerado adequado à manutenção de baixa atividade metabólica das sementes. As porcentagens de plântulas normais e anormais verificadas de sementes utilizadas nesta fase do experimento foram pouco variáveis entre condições de dessecação; ainda assim, como estabelecido preliminarmente nos testes de caracterização, tinham níveis de vigor distintos.

**Tabela 32.** Teor de água (%), germinação (%) e plântulas anormais (%) do teste de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, de diferentes níveis de vigor, produzidas com e sem dessecação química das plantas em pré-colheita com glyphosate, anteriormente ao tratamento químico. Botucatu-SP, 2010.

Avaliação	Nível de vigor	Condição de dessecação	
		Com	Sem
Teor de água (%)	1	8,7	8,9
	2	8,7	8,9
	3	8,9	8,8
	4	8,7	8,7
Germinação (%)	1	59	85
	2	56	88
	3	52	79
	4	52	84
Plântulas anormais (%)	1	38	14
	2	37	10
	3	48	19
	4	46	12

Conforme a Tabela 33, referente ao tratamento químico das sementes com fungicidas, significância positiva da interação entre as três fontes de variação estudadas foi constatada na análise do índice de vigor no 3º dia de avaliação e na análise do comprimento das plântulas, no 3º e 4º dias. Nas demais determinações, houve significância da interação entre vigor inicial da semente e com a dessecação ou não das plantas em pré-colheita. Os coeficientes de variação foram reduzidos em função do uso da técnica da análise

de imagens, comparativamente à avaliação convencional proposta por Nakagawa (1999), em razão da subjetividade inferior desta última análise (MARCOS FILHO et al., 2009).

**Tabela 33.** Análise de variância dos dados de índice de vigor, comprimento de plântulas e uniformidade do crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Fontes de variação	Avaliações		
	Índice de vigor	Comprimento	Uniformidade
	3º dia		
Produto (P)	16,097**	30,806**	1,952ns
Dessecação (D)	44,527**	149,350**	12,929**
Vigor (V)	24,984**	34,424**	5,340**
P x D	1,076ns	2,218*	0,751ns
P x V	1,374ns	1,098ns	1,527ns
D x V	44,594**	68,162**	6,035**
P x D x V	2,880**	3,696**	1,007ns
C.V. (%)	6,30	14,45	4,24
	4º dia		
Produto (P)	7,955**	10,856**	3,008**
Dessecação (D)	557,404**	814,686**	38,449**
Vigor (V)	15,269**	19,063**	2,892*
P x D	1,933ns	2,199*	0,852ns
P x V	0,873ns	0,595ns	1,679*
D x V	15,122**	20,629**	6,982**
P x D x V	1,398ns	1,570*	0,903ns
C.V. (%)	7,48	15,39	3,45
	5º dia		
Produto (P)	4,427**	4,532**	1,777ns
Dessecação (D)	1198,805**	1296,706**	15,318**
Vigor (V)	14,183**	17,042**	2,616*
P x D	2,426*	2,420*	1,032ns
P x V	0,501ns	0,447ns	0,774ns
D x V	12,552**	13,876**	5,414**
P x D x V	1,136ns	1,145ns	0,982ns
C.V. (%)	9,57	18,21	3,74

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns: não significativo.

O índice de vigor das plântulas, avaliado no 3º dia, variou em função do ingrediente ativo utilizado no tratamento químico das sementes, com reduções dependendo

do vigor inicial das sementes tratadas (Tabela 34). Em comparação aos níveis, somente o vigor das plântulas oriundas de sementes mais vigorosas não foi influenciado distintamente pelo ingrediente ativo, quando realizada a dessecação. Na ausência do herbicida, os menores índices foram observados em sementes menos vigorosas tratadas com fludioxonil-metalaxyl-M e naquelas com vigor intermediário tratadas com difenoconazole, porém sem diferir estatisticamente de outros produtos. As sementes mais vigorosas, tratadas com thiram, foram as que resultaram em maiores índices, comparativamente aos demais produtos, assim como as menos vigorosas tratadas com carboxin+thiram e carbendazin.

A aplicação dos fungicidas tolylfluanid, carboxin+thiram e cabendazin às sementes produzidas com dessecação das plantas com glyphosate permitiu diferenciar os níveis de vigor; como resultado, maior índice de vigor das plântulas foi constatado em sementes com vigor inicial baixo (Tabela 34). Na ausência de dessecação, o tratamento químico com quaisquer produtos permitiu diferenciar os níveis, com inferioridade no vigor das plântulas produzidas por sementes de vigor intermediário-alto (nível 2) e baixo (nível 4). Tal comportamento de sementes menos vigorosas, observado no 3º dia de análise, também foi constatado no decorrer das avaliações, no 4º e 5º dias (Tabela 35).

Em geral, sementes oriundas de plantas dessecadas com glyphosate produziram plântulas com menor índice de vigor, quando constatada diferença significativa entre as condições de dessecação (Tabela 35). Os dados gerados no 4º e 5º dias indicaram a ocorrência de efeitos prejudiciais do glyphosate aplicado às plantas em pré-colheita em todos os níveis de vigor inicial das sementes.

Quanto ao efeito do tratamento químico no índice de vigor das plântulas, foram constatados, de acordo com a Tabela 34, prejuízos causados pela aplicação de captan, difenoconazole e thiabendazole às sementes mais vigorosas e deste último ingrediente às sementes com vigor inicial intermediário-baixo (nível 3), quando realizada a dessecação. As referidas reduções refletem efeito cumulativo fitotóxico do tratamento químico e da aplicação do glyphosate às plantas verificado em sementes de vigor inicial mais alto com captan e thiabendazole e das com vigor intermediário-alto com este último fungicida. As demais significâncias revelaram elevações do índice de vigor após tratamento químico das sementes, principalmente das de vigor inicial intermediário-alto (nível 2).



**Tabela 34.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias de crescimento, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Thiram	356,63 AaY <sup>(1)</sup>	373,75 AabX #	356,25 AaY	359,94 AaX #
Captan	342,94 AaY #	342,63 AdX	359,13 AaX	347,19 AabX
Tolyfluanid	359,25 ABaX	363,25 AabcdX #	342,13 BCabY	336,38 CabX
Carboxin+Thiram	357,75 BaY	384,19 AaX #	344,88 BabY	342,63 BabY
Carbendazin	357,44 ABaX	367,50 AabcX #	348,69 ABabY	342,56 BabY
Fludioxonil+Metalaxyl-M	359,25 AaX	359,63 AbcdX #	353,31 AabY	342,56 AabX
Difenoconazole	338,31 AaX #	345,88 AcdX	343,25 AabY	334,50 AbX
Thiabendazole	337,38 AaY #	346,88 AcdX	330,31 AbY #	328,19 AbY
Testemunha	366	329	352	341
d.m.s.	18,93	24,50	14,82	17,44
<b>Sem dessecação</b>				
Thiram	378,25 AaX #	367,31 ABaX	377,88 AabX	352,00 BabX
Captan	364,44 AabX #	340,19 BbX	365,44 AbX	346,81 ABabX
Tolyfluanid	359,31 ABabX #	356,56 BabX	378,75 AabX	350,06 BabX
Carboxin+Thiram	373,88 ABabX #	339,31 CbY	390,25 AaX #	367,94 BaX
Carbendazin	365,06 BabX #	341,88 CbY	390,25 AaX #	364,25 BaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	364,75 BabX #	345,81 BCabX	386,81 AabX #	335,25 CbX #
Difenoconazole	351,44 ABbX	333,19 BbX	366,06 AbX	337,56 BbX #
Thiabendazole	360,13 AabX #	339,38 BbX	363,94 AbX	348,81 ABabX
Testemunha	336	351	355	364
d.m.s.	19,70	22,33	28,57	20,17

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 35.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 e 5 dias de crescimento, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Dias de avaliação	Níveis de vigor	Condição de dessecação	
		Com	Sem
4	1	429,63 Bab <sup>(1)</sup>	490,60 Aa
	2	445,25 Ba	469,75 Aa
	3	425,69 Bab	482,88 Aa
	4	410,88 Bb	469,06 Aa
5	1	483,31 Bab	605,13 Aa
	2	506,19 Ba	587,13 Aa
	3	478,94 Bab	586,06 Aa
	4	453,56 Bb	587,38 Aa

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na ausência de aplicação do herbicida, constatou-se melhor desempenho das sementes após o tratamento químico, mesmo aquelas com vigor inicial mais alto, como observado após a aplicação da maioria dos produtos, com exceção do difenoconazole (Tabela 34). Resultados positivos também foram constatados após aplicação de carboxin+thiram, carbendazin e fludioxonil+metalaxyl-M às sementes com vigor inicial intermediário-baixo (nível 3). Entretanto, sementes com vigor inicial mais baixo, tratadas com este último ingrediente e com difenoconazole, tiveram índices de vigor das plântulas inferiores ao da testemunha.

Dentre as combinações de tratamentos, a aplicação de thiabendazole às sementes menos vigorosas inicialmente e oriundas de plantas dessecadas resultou na produção de plântulas com menor comprimento no 3º e 4º dias, embora sem diferir de outras interações (Tabelas 36 e 37).

Os dados de comprimento de plântulas mediante análise de imagens correlacionaram-se significativamente com os obtidos por meio de medição manual. Conforme o decorrer do tempo, os coeficientes de correlação aumentaram, tendo sido reportados valores de 0,318\*\*, 0,581\*\* e 0,639\*\* no 3º, 4º e 5º dias, respectivamente.

**Tabela 36.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Thiram	256,25 AaY <sup>(1)</sup>	171,75 AabX #	153,75 AaY #	153,69 AaX #
Captan	136,50 AabcY	141,63 AcdX	149,94 AabX	135,19 AabX
Tolyfluanid	155,00 ABaX	157,50 AbcdX #	135,25 BCabcY	127,25 CbY
Carboxin+Thiram	154,75 BaY	186,00 AaX #	137,44 BCabcY	133,00 CabY
Carbendazin	158,81 ABaX	163,88 AabcX #	141,13 BCabcY	136,81 CabY
Fludioxonil+Metalaxyl-M	152,00 ABabX	157,63 AbcdX #	143,50 ABabcY	132,44 BabX
Difenoconazole	127,56 AcY #	137,00 AdX	129,13 AbcY	120,75 AbX
Thiabendazole	129,63 ABbcY #	144,38 AcdX	122,06 BcY #	114,25 BbY #
Testemunha	162	131	139	133
d.m.s.	16,05	26,11	13,31	14,45
<b>Sem dessecação</b>				
Thiram	181,19 AaX #	166,88 ABaX	183,31 AabcX	155,56 BabX
Captan	165,56 AabX #	138,75 BbcX	163,88 AcdX	140,88 BbcX #
Tolyfluanid	168,63 ABaX #	160,88 BabX	183,00 AabcX	153,81 BabX
Carboxin+Thiram	176,50 BaX #	139,50 CbcY	198,88 AaX #	171,13 BaX
Carbendazin	167,38 BabX #	138,69 CbcY	195,19 AaX #	170,56 BaX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	166,69 BabX #	145,06 CabcX	188,50 AabX #	136,69 CbcX #
Difenoconazole	143,81 ABbX	126,31 BcX #	158,94 AdX	129,19 BcX #
Thiabendazole	163,13 ABabX #	134,50 CcX	170,25 AbcdX	149,50 BCabcX #
Testemunha	135	152	153	168
d.m.s.	19,30	19,88	31,18	17,65

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 37.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias, em função do tratamento químico com fungicidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Thiram	261,75 ABaY <sup>(1)</sup>	284,69 AabY	258,63 ABaY #	240,50 BaY #
Captan	233,88 AaY	239,25 AbY	237,19 AabY	209,94 AabY
Tolyfluanid	262,44 AaY	266,13 AabY	242,38 ABabY	220,56 BabY #
Carboxin+Thiram	249,38 BaY	299,69 AaX #	241,13 BabY	210,94 BabY
Carbendazin	247,00 ABaY	256,25 AabY	237,19 ABabY	212,44 BabY
Fludioxonil+Metalaxyl-M	240,63 ABaY	260,56 AabY	231,94 ABabY	208,94 BabY
Difenoconazole	244,13 ABaY	258,44 AabX	234,44 ABabY	209,81 BabY
Thiabendazole	216,69 ABaY #	253,44 AbY	209,88 BbY	194,25 BbY
Testemunha	253	232	228	197
d.m.s.	28,56	57,93	20,74	21,62
<b>Sem dessecação</b>				
Thiram	352,38 AaX #	336,56 ABaX #	327,31 ABaX	307,63 BabX
Captan	319,31 AabX #	283,94 AbX	293,88 AaX	283,44 AbX
Tolyfluanid	345,50 AabX #	335,94 AaX	339,06 AaX	317,88 AabX
Carboxin+Thiram	344,31 AabX #	296,25 BabX	334,44 ABaX	335,75 AaX
Carbendazin	304,44 AbX	304,94 AabX	325,25 AaX	320,81 AabX
Fludioxonil+Metalaxyl-M	321,75 AabX #	302,69 ABabX	324,13 AaX	281,44 BbX #
Difenoconazole	313,13 AabX #	286,31 AbX	307,56 AaX	303,81 AabX
Thiabendazole	333,19 AabX #	298,25 AabX	312,00 AaX	323,13 AabX
Testemunha	280	304	290	330
d.m.s.	30,17	32,37	69,77	31,50

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

Nas avaliações realizadas no 3º dia, plântulas com menor comprimento foram produzidas por sementes com vigor inicial mais baixo, quando realizada a dessecação, e após tratamento químico com tolylfluanid, carboxin+thiram, carbendazim, fludioxonil+metalaxyl-M e thiabendazole (Tabela 36). No 4º e 5º dias de avaliação, sementes com vigor inicial mais baixo, e oriundas de plantas dessecadas, também produziram plântulas com menor comprimento (Tabelas 37 e 38). Teixeira et al. (2006) já haviam constatado a utilidade de técnicas digitais ao avaliar a qualidade de sementes de milho.

**Tabela 38.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Níveis de vigor	Condição de dessecação	
	Com	Sem
1	322,81 Bab <sup>(1)</sup>	494,63 Aa
2	350,69 Ba	470,69 Aa
3	310,13 Bab	465,69 Aa
4	271,69 Bb	471,63 Aa

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Semelhantemente ao verificado para o índice de vigor, plântulas com menor comprimento foram produzidas, em geral, por sementes oriundas de plantas dessecadas, quando houve diferença significativa entre as condições de dessecação (Tabelas 36, 37 e 38). Com o decorrer do período de germinação, no 4º e 5º dias, observou-se acentuação dos efeitos prejudiciais da aplicação de glyphosate em pré-colheita que ocorreram independentemente do vigor inicial da semente e do ingrediente ativo utilizado no tratamento.

Os principais sintomas de anormalidades observados com a aplicação de glyphosate em pré-colheita foram o encurtamento da raiz primária e o desenvolvimento de nenhuma ou poucas raízes secundárias (Figura 4). Também França Neto et al. (2007b), em avaliação do comprimento de plântulas de soja das cultivares Conquista e Xingu, verificaram redução do comprimento do hipocótilo e da raiz, respectivamente, quando da utilização do glyphosate em dessecação. Resultados semelhantes foram obtidos por Villacorta (1980).



**Figura 4.** Imagens de plântulas de soja, cultivar Conquista, aos 5 dias de crescimento, produzidas por sementes tratadas com thiram, sem (A) e com (B) dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Funguetto et al. (2004), em estudo sobre metodologias de bioensaios para detecção de sementes de soja tolerantes ao glyphosate, relataram anormalidades em plântulas de soja de cultivares convencionais. Engrossamento, estrias longitudinais e amarelecimento gradativo do hipocótilo, inibição do desenvolvimento da raiz primária e da emissão de raízes secundárias foram sintomas apresentados pelas plântulas, sendo o hipocótilo proporcionalmente maior que a raiz primária.

Também Cunha (2004), Tillmann e West (2004), Miranda (2004) e Bertagnolli (2005) destacaram a ação do glyphosate na redução do comprimento das plântulas de soja, tanto da parte aérea quanto da raiz, além de inibição da emissão de raízes secundárias em plântulas de cultivares não transgênicas.

A avaliação do desenvolvimento das plântulas no 3º dia de comprimento revelou o tratamento químico das sementes e a dessecação das plantas, em interação, como responsáveis por prejuízos ao crescimento comparativamente à testemunha (Tabela 36). Reduções foram constatadas após o tratamento das sementes mais vigorosas, oriundas de plantas desseçadas, com difenoconazole e thiabendazole, além da aplicação deste último ingrediente ativo às sementes com vigor inicial mais baixo. Na avaliação seguinte, no entanto, os referidos efeitos fitotóxicos somente se pronunciaram em sementes mais vigorosas tratadas com thiabendazole (Tabela 37).

A uniformidade de crescimento das plântulas de soja foi influenciada, positivamente, pela aplicação de glyphosate em pré-colheita (Tabela 39). Sementes produzidas por plantas não dessecadas, com vigor inicial intermediário-alto (nível 2) e baixo (nível 4), geraram plântulas com crescimento menos uniforme nos primeiros dias de avaliação; mas, no último dia de análise, somente sementes menos vigorosas tiveram o mesmo comportamento. Os resultados revelaram haver influência da aplicação de glyphosate na uniformidade do desenvolvimento das plântulas, apesar do efeito negativo ao comprimento das plântulas e ao índice de vigor.

Nos últimos dias do período de avaliação da uniformidade do crescimento das plântulas, sementes mais vigorosas, oriundas de plantas dessecadas, proporcionaram valores inferiores. Na ausência de dessecação, sementes menos vigorosas produziram plântulas com desenvolvimento menos uniforme.

**Tabela 39.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Dias de avaliação	Níveis de vigor	Condição de dessecação	
		Com	Sem
3	1	830,81 Aa <sup>(1)</sup>	828,81 Aab
	2	835,88 Aa	817,75 Bb
	3	834,94 Aa	839,13 Aa
	4	833,75 Aa	818,06 Bb
4	1	862,63 Ab	857,88 Aa
	2	864,88 Aab	854,00 Bab
	3	868,38 Aab	864,06 Aa
	4	872,88 Aa	847,25 Bb
5	1	865,81 Ab	864,63 Aab
	2	867,44 Ab	862,88 Aab
	3	874,19 Aab	869,75 Aa
	4	879,56 Aa	857,63 Bb

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Quanto ao tratamento químico das sementes com inseticidas, foi observada interação dos fatores de variação no vigor, comprimento e uniformidade do desenvolvimento das plântulas de soja (Tabela 40).

**Tabela 40.** Análise de variância dos dados de índice de vigor, comprimento de plântulas e uniformidade do crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Fontes de variação	Avaliações		
	Índice de vigor	Comprimento	Uniformidade
	3º dia		
Produto (P)	29,194**	55,490**	0,100ns
Dessecação (D)	24,043**	68,879**	3,785*
Vigor (V)	2,594*	3,946**	0,289ns
P x D	0,959ns	1,296**	0,137ns
P x V	5,469**	4,733**	3,662ns
D x V	21,085**	27,359**	4,173*
P x D x V	4,255**	4,742**	1,364**
C.V. (%)	6,10	14,26	4,18
	4º dia		
Produto (P)	4,120*	9,718**	12,172**
Dessecação (D)	163,889**	220,943**	9,501**
Vigor (V)	4,502**	4,497**	1,271ns
P x D	0,168ns	0,627ns	1,881ns
P x V	3,071*	3,769*	1,561ns
D x V	11,272**	12,502**	2,856*
P x D x V	4,755**	5,212**	2,733*
C.V. (%)	7,97	16,68	3,25
	5º dia		
Produto (P)	11,381**	16,758**	20,181**
Dessecação (D)	319,424**	362,931**	12,312**
Vigor (V)	3,102*	3,173*	0,718*
P x D	1,287ns	2,398ns	5,149*
P x V	2,548ns	2,498ns	0,317ns
D x V	11,907**	11,693**	3,442*
P x D x V	3,110*	3,464*	2,543*
C.V. (%)	9,96	18,33	2,82

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns: não significativo.



O índice de vigor das plântulas de soja, no 3º dia de avaliação, foi reduzido após a aplicação de fipronil às sementes com níveis intermediários de vigor, produzidas com o emprego da dessecação, e das mais vigorosas, sem dessecação (Tabela 41). No entanto, com o decorrer da análise, os mesmos efeitos somente ocorreram em sementes com os níveis 1 e 2 de vigor oriundas de plantas não dessecadas e dessecadas, respectivamente. No 4º dia de avaliação, sementes menos vigorosas, tratadas com tiametoxam, produziram plântulas com menor índice de vigor, comparativamente ao fipronil, manifestação não verificada no último dia; tal efeito foi constatado na ausência de dessecação.

O índice de vigor analisado no 3º dia de desenvolvimento das plântulas de soja foi reduzido em função da dessecação em pré-colheita com glyphosate, em relação à não aplicação do herbicida, excetuando-se sementes com nível 2 de vigor e tratadas com ambos os inseticidas. No 4º dia de avaliação, tal exceção não foi mais constatada. Finalmente, no último dia, a aplicação de glyphosate ocasionou redução do vigor das plântulas independentemente dos demais tratamentos.

No início do crescimento das plântulas, o índice de vigor foi reduzido, quando da dessecação das plantas, após tratamento das sementes mais vigorosas com ambos os inseticidas, o mesmo ocorrido após tratamento de sementes com vigor inicial intermediário, oriundas de plantas não dessecadas, com fipronil. As demais significâncias apontaram incrementos no vigor das plântulas nos três dias de avaliação. Ao final do período, no 5º dia, revelou-se benéfica a aplicação de tiametoxam às sementes dos níveis 1 e 2 oriundas de plantas não dessecadas e dessecadas, respectivamente.

Efeito cumulativo da dessecação das plantas com glyphosate e do tratamento químico no vigor das plântulas de soja foi observado após aplicação de tiametoxam às sementes mais vigorosas, mas somente no 3º dia de avaliação.

Para definição do índice de vigor, foram considerados 70% do valor do comprimento das plântulas e 30% do valor de uniformidade do desenvolvimento das plântulas (HOFFMASTER et al., 2003; 2005), razão para o comprimento e o vigor das plântulas terem sido influenciados similarmente após aplicação dos inseticidas às sementes. Comprimento reduzido das plântulas foi constatado, no entanto, quando realizada a dessecação, em quaisquer períodos de avaliação, sendo que no 5º dia, observou-se diminuição, independentemente das demais combinações de tratamentos (Tabela 42).

**Tabela 41.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias de crescimento, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
3º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	342,25 ABaX <sup>(1)</sup> #	356,69 AbX #	334,31 BbY	341,75 ABaY
Tiametoxam	344,13 BaY #	381,81 AaX #	351,31 BaY	345,88 BaX
Testemunha	366	329	352	341
d.m.s.	21,05	23,80	19,37	15,63
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	353,06 BbX	330,75 CbY #	375,63 AaX	358,25 ABaX
Tiametoxam	390,44 AaX #	364,69 BCaY	377,81 ABaX	354,19 CaX
Testemunha	336	351	355	364
d.m.s.	18,91	20,05	25,21	19,68
4º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	342,25 ABaX #	356,69 AbX #	334,31 BbY	341,75 ABaY
Tiametoxam	344,13 BaY #	381,81 AaX #	351,31 BaY	345,88 BaX
Testemunha	366	329	352	341
d.m.s.	21,05	23,80	19,37	15,63
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	353,06 BbX	330,75 CbY #	375,63 AaX	358,25 ABaX
Tiametoxam	390,44 AaX #	364,69 BCaY	377,81 ABaX	354,19 CaX
Testemunha	336	351	355	364
d.m.s.	18,91	20,05	25,21	19,68
5º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	342,25 ABaX #	356,69 AbX #	334,31 BbY	341,75 ABaY
Tiametoxam	344,13 BaY #	381,81 AaX #	351,31 BaY	345,88 BaX
Testemunha	366	329	352	341
d.m.s.	21,05	23,80	19,37	15,63
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	353,06 BbX	330,75 CbY #	375,63 AaX	358,25 ABaX
Tiametoxam	390,44 AaX #	364,69 BCaY	377,81 ABaX	354,19 CaX
Testemunha	336	351	355	364
d.m.s.	18,91	20,05	25,21	19,68

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 42.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

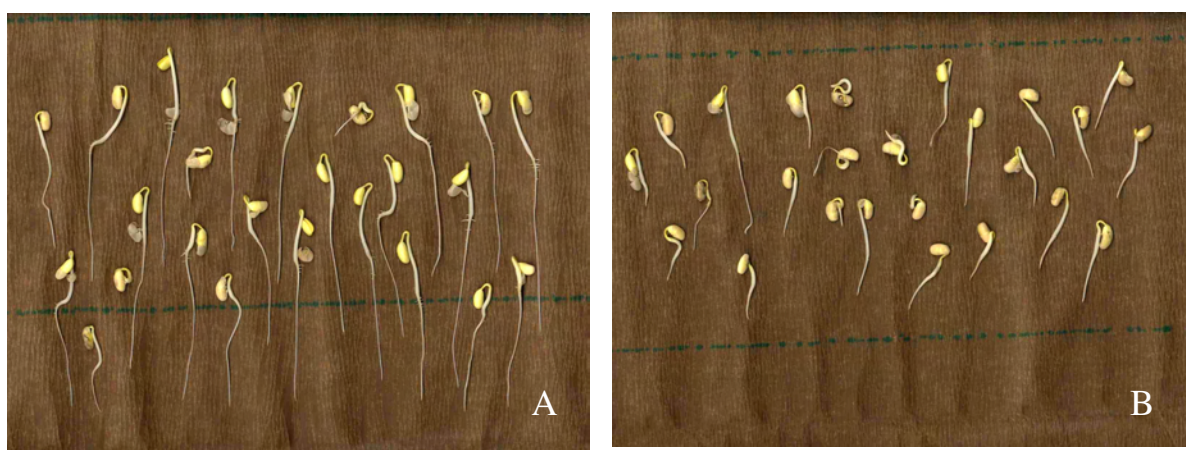
Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
3º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	131,94 ABaY <sup>(1)</sup> #	151,25 AbX	124,00 BbY #	127,19 BaY
Tiametoxam	140,94 BaY #	178,38 AaX #	145,94 BaY	138,25 BaY
Testemunha	162	131	139	133
d.m.s.	17,25	23,51	14,48	13,52
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	150,63 BbX	128,44 CbX #	175,44 AaX	158,31 ABaX
Tiametoxam	198,69 AaX	164,25 BaX	185,38 AaX #	158,56 BaX
Testemunha	135	152	153	168
d.m.s.	18,50	17,37	29,92	18,82
4º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	239,06 ABaY	356,56 AbY #	222,13 ABaY	211,00 BaY
Tiametoxam	236,00 BaY	301,13 AaX #	228,19 BaY	218,31 BaY #
Testemunha	253	232	228	197
d.m.s.	30,54	62,21	22,36	16,72
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	312,44 ABbX #	293,06 BaX	317,88 ABaX	337,44 AaX
Tiametoxam	391,63 AaX #	215,56 BaX #	340,31 BaX	305,56 BaX
Testemunha	280	304	290	330
d.m.s.	29,27	31,54	74,19	34,07
5º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	315,00 ABaY	341,63 AbY	292,44 ABaY	267,13 BaY
Tiametoxam	315,13 BaX	407,88 AaY #	308,81 BaY	278,63 BaY #
Testemunha	328	297	284	251
d.m.s.	50,10	102,32	35,20	26,72
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	464,44 ABbX	435,63 BaX	456,25 ABbX	508,00 AaX
Tiametoxam	581,25 AaX #	481,88 BaX	522,63 ABaX	487,50 BaX
Testemunha	430	441	424	498
d.m.s.	44,68	43,23	121,25	55,51

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

Como demonstram os resultados de comprimento no 3º e 4º dias, o tratamento químico das sementes com inseticidas, em interação com a aplicação de glyphosate como dessecante, ocasionou benefícios ou prejuízos ao desenvolvimento das plântulas, dependendo do vigor inicial da semente, comparativamente à testemunha (Tabela 42). Plântulas com comprimento superior ao da testemunha foram produzidas por sementes com os níveis 2 e 3 de vigor tratadas com tiametoxam e oriundas de plantas dessecadas e não dessecadas, respectivamente. Contrariamente, no 4º e 5º dias, os tratamentos passaram a exercer efeitos nulos ou benéficos ao crescimento das plântulas, inferindo-se que a aplicação de inseticidas é mais prejudicial nos estágios iniciais do desenvolvimento. Do mesmo modo, os efeitos deletérios da aplicação de glyphosate às plantas também foram manifestados somente no 3º dia; em combinação com a aplicação de tiametoxam e fipronil e deste último ingrediente ativo às sementes dos níveis 1 e 3 de vigor, respectivamente, foram observadas reduções significativas em relação à testemunha.

Os sintomas causados pela aplicação de glyphosate e observados nas plântulas foram semelhantes aos verificados após o tratamento químico das sementes com fungicidas (Figura 5).



**Figura 5.** Imagens de plântulas de soja, cultivar Conquista, aos 5 dias de crescimento, produzidas por sementes tratadas com fipronil, sem (A) e com (B) dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Os dados de comprimento de plântulas revelados pela análise de imagens e por meio de medição manual correlacionaram-se positivamente, com incremento gradativo dos coeficientes de correlação com o passar do tempo, quais sejam 0,276\*\*<sup>3</sup>; 0,490\*\*<sup>4</sup> e 0,523\*\*<sup>5</sup> no 3º, 4º e 5º dias, respectivamente. Adicionalmente, o coeficiente de variação foi reduzido consideravelmente com o uso da medição gerada pelo sistema automatizado.

No início do desenvolvimento das plântulas, foi constatada uniformidade inferior de crescimento após as sementes terem sido tratadas com fipronil, comparativamente ao tiametoxam; tal fato somente ocorreu com a aplicação deste ingrediente ativo às sementes com vigor intermediário (nível 2) e produzidas de plantas não dessecadas (Tabela 43). Somente foram observadas, inclusive, significâncias entre os produtos quando o glyphosate não foi aplicado em pré-colheita. No 4º e 5º dias de análise, menor uniformidade passou a ser ocasionada pelo tratamento com tiametoxam, também aplicado às sementes com nível intermediário de vigor (nível 3). Sementes menos vigorosas e tratadas com este mesmo produto também tiveram valor inferior de uniformidade de crescimento no último dia de avaliação, em comparação ao fipronil.

Reiterando resultados discutidos anteriormente, sementes produzidas por plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate deram origem a plântulas com crescimento mais uniforme, apesar de constatadas reduções do comprimento e do vigor (Tabela 43). Os efeitos, porém, não foram observados em sementes mais vigorosas, tratadas com quaisquer inseticidas ou após tratamento das sementes com os dois níveis de vigor mais baixos com fipronil.

Comparativamente à testemunha, a uniformidade do desenvolvimento das plântulas foi incrementada pela aplicação de inseticidas às sementes, notadamente àquelas com vigor intermediário (nível 2) produzidas por plantas dessecadas (Tabela 43). No 3º dia de crescimento das plântulas, a aplicação de tiametoxam às sementes inicialmente mais vigorosas também foi benéfica, porém quando ausência de dessecação.

**Tabela 43.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 3, 4 e 5 dias, em função do tratamento químico com inseticidas, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
3º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	835,06 AaX <sup>(1)</sup>	837,44 AaX #	826,81 AaX	844,13 AaX
Tiametoxam	820,13 BaX	858,44 AaX #	832,13 ABaX	831,81 ABaX
Testemunha	844	792	850	830
d.m.s.	37,06	41,43	35,25	28,31
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	826,88 ABaX	804,81 BbY	844,88 AaX	826,63 ABaX
Tiametoxam	839,38 AaX #	834,19 AaY	828,94 AaX	812,63 AaX
Testemunha	808	818	829	822
d.m.s.	29,71	39,96	31,06	33,14
4º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	870,56 AaX	875,13 AaX #	869,00 AaX	865,44 AaX
Tiametoxam	852,25 AaX	864,31 AaX #	864,44 AaX	869,50 AaX
Testemunha	861	832	873	871
d.m.s.	29,52	26,78	19,53	25,21
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	871,13 ABaX	852,88 BaY	880,94 AaX	851,25 BaX
Tiametoxam	857,25 AaX	856,44 AaX	840,31 AbY	834,19 AaY
Testemunha	854	861	863	841
d.m.s.	19,84	27,50	26,66	33,82
5º dia				
<b>Com dessecação</b>				
Fipronil	869,94 AaX	885,81 AaX #	870,44 AaX	874,69 AaX
Tiametoxam	859,44 AaX	872,56 AaX #	872,69 AaX	869,06 AaX
Testemunha	855	825	877	871
d.m.s.	25,24	22,04	15,58	25,38
<b>Sem dessecação</b>				
Fipronil	874,94 ABaX	859,94 BaY	882,63 AaX	868,25 ABaX
Tiametoxam	860,13 AaX	854,50 AaY	848,75 AbY	839,88 AbY
Testemunha	866	870	861	862
d.m.s.	23,22	27,17	24,20	31,58

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

A análise estatística revelou efeito significativo da interação entre aplicação de micronutrientes e bioestimulante, dessecação química das plantas e vigor inicial das sementes no vigor, crescimento e uniformidade do desenvolvimento das plântulas de soja, com exceção da avaliação de crescimento realizada no 4º dia, quando observado efeito da dessecação em combinação com o vigor inicial das sementes (Tabela 44).

**Tabela 44.** Análise de variância dos dados de índice de vigor, comprimento de plântulas e uniformidade do crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Fontes de variação	Avaliações		
	Índice de vigor	Comprimento	Uniformidade
	3º dia		
Produto (P)	36,956**	57,370**	6,704**
Dessecação (D)	22,376**	76,700**	2,559ns
Vigor (V)	5,341**	10,199**	0,921ns
P x D	1,524ns	2,115ns	0,959ns
P x V	0,471ns	1,141ns	0,623ns
D x V	23,995**	47,194**	1,706ns
P x D x V	3,250**	3,490**	3,484**
C.V. (%)	6,51	13,77	4,66
	4º dia		
Produto (P)	15,408**	17,162**	1,703ns
Dessecação (D)	278,349**	394,808**	2,850ns
Vigor (V)	6,081**	8,502**	0,956ns
P x D	0,329ns	0,591ns	0,856ns
P x V	1,105ns	0,669ns	2,767*
D x V	12,142**	17,341**	2,844*
P x D x V	2,516*	1,954ns	5,235**
C.V. (%)	7,60	15,28	3,56
	5º dia		
Produto (P)	6,261**	7,268**	1,811ns
Dessecação (D)	475,456**	554,059**	2,578ns
Vigor (V)	6,303**	7,956**	1,235ns
P x D	3,600*	4,790**	0,283ns
P x V	0,936ns	0,904ns	3,331**
D x V	8,538**	10,965**	7,273**
P x D x V	2,329*	2,415*	3,963**
C.V. (%)	9,99	18,08	3,16

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns: não significativo.

De acordo com a Tabela 44, o coeficiente de variação obtido com dados de comprimento gerados pelo sistema de análise por imagens foi reduzido, comparativamente à medição manual proposta por Nakagawa (1999).

A aplicação de micronutrientes às sementes de soja de quaisquer níveis de vigor e produzidas em ambas condições de dessecação ocasionou, em geral, redução do vigor das plântulas, em comparação ao tratamento com o bioestimulante (Tabelas 45, 46 e 47). Adicionalmente, em todos os períodos de desenvolvimento das plântulas de soja, quando realizada a dessecação, foi observada superioridade das sementes com vigor inicial intermediário (nível 2) tratadas com quaisquer produtos, quanto ao índice de vigor, comparativamente aos demais níveis. Na ausência de dessecação, o mesmo foi constatado em sementes com nível intermediário de vigor (nível 3); entretanto, efeitos significativos do vigor inicial das sementes não foram mais notados no 5º dia (Tabela 47).

Em geral, índices inferiores de vigor foram verificados em sementes produzidas por plantas dessecadas (Tabelas 45, 46 e 47).

**Tabela 45.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias de crescimento, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	353,94 ABabX <sup>(1)</sup>	366,63 AbX #	337,44 BCaY	331,63 CbY
Co+Mo+B+Zn	345,94 AbX	349,00 AbX	335,50 AaY	335,19 AbX
Bioestimulante	366,88 BaX	388,44 AaX #	352,75 BaY	354,56 BaY
Testemunha	366	329	352	341
d.m.s.	21,57	25,70	17,21	17,07
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	349,13 BCbX	334,56 CbY	370,38 AbX	359,25 ABaX
Co+Mo+B+Zn	358,13 ABabX #	358,38 ABaX	373,56 AbX	339,69 BbX
Bioestimulante	372,75 BaX #	362,50 BaY	399,38 AaX #	374,88 BaX
Testemunha	336	351	355	364
d.m.s.	18,10	24,92	27,28	19,29

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).



**Tabela 46.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias de crescimento, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	441,19 AaY <sup>(1)</sup>	443,25 AabX	419,38 ABaY	398,25 BaY
Co+Mo+B+Zn	419,25 AaY	424,44 AbY	399,38 AaY #	399,81 AaY
Bioestimulante	436,94 BaY	469,56 AaX #	425,63 BaY	407,25 BaY
Testemunha	435	411	421	399
d.m.s.	23,18	43,83	18,92	20,48
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	478,88 ABaX #	465,50 BaX	497,06 AabX	479,13 ABabX
Co+Mo+B+Zn	469,69 AaX	485,69 AaX	473,13 AbX	457,94 AbX #
Bioestimulante	482,06 BaX #	480,50 BaX	515,56 AaX #	503,00 ABaX
Testemunha	452	471	461	483
d.m.s.	22,20	28,52	53,29	24,78

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 47.** Índice de vigor de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias de crescimento, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	498,31 AaY <sup>(1)</sup>	504,69 AbY	476,25 ABaY	448,19 BaY
Co+Mo+B+Zn	474,13 ABaY	496,44 AbY	455,31 ABaY	444,75 BaY
Bioestimulante	492,06 BaY	551,25 AaY #	475,44 BaY	448,44 BaY
Testemunha	485	455	461	436
d.m.s.	33,90	68,85	24,85	23,05
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	592,44 AaX #	575,06 AbX	582,13 AbX	578,81 AbX
Co+Mo+B+Zn	605,25 AaX #	623,38 AaX #	592,06 AbX	592,38 AabX
Bioestimulante	600,13 AaX #	592,94 AabX	641,69 AaX	631,63 AaX
Testemunha	561	569	555	607
d.m.s.	31,03	40,52	94,00	39,24

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

O tratamento químico das sementes com micronutrientes e bioestimulante e a dessecação em pré-colheita, em interação, ocasionou reduções ou incrementos no índice de vigor das plântulas, comparativamente à testemunha (Tabelas 45, 46 e 47). Considerando todo o período de avaliação, somente no 4º dia foram constatadas reduções em sementes com níveis 3 e 4 de vigor, produzidas por plantas dessecadas e não dessecadas, respectivamente, e tratadas com Co+Mo+B+Zn, fato não detectado na avaliação seguinte.

O comprimento das plântulas de soja foi variável conforme o produto utilizado no tratamento químico das sementes. No 3º dia após a instalação do teste, e com a aplicação de ambas as formulações com micronutrientes, foi observada inferioridade do comprimento em relação ao uso do bioestimulante (Tabela 48). Com o decorrer da análise, no 5º dia, tal resposta foi verificada dependentemente do vigor inicial das sementes, com valores inferiores atribuídos às sementes de nível intermediário de vigor (nível 2), quando da dessecação das plantas; quando o glyphosate não foi aplicado, reduções foram observadas após aplicação de Co+Mo às sementes com quaisquer níveis de vigor inicial, excetuando-se as mais vigorosas (Tabela 50).

À semelhança do constatado na avaliação do índice de vigor das plântulas, quando realizada a dessecação, foi observado maior comprimento de plântulas oriundas de sementes com vigor inicial intermediário (nível 2) tratadas com quaisquer produtos, em todos os dias de avaliação, comparativamente aos demais níveis (Tabelas 48, 49 e 50). Na ausência de dessecação, os efeitos do vigor não foram mais observados após 5 dias de crescimento das plântulas (Tabela 50).

Os resultados referentes à aplicação de glyphosate em pré-colheita também foram semelhantes aos observados na análise do índice de vigor. Assim, a dessecação química causou, em geral, redução do comprimento das plântulas, quando da significância das condições de dessecação (Tabelas 48, 49 e 50). Como constatado anteriormente, não foram observados tais efeitos no decorrer do período de análise, e as reduções, quando da aplicação do glyphosate (Figura 6), ocorreram independentemente dos demais tratamentos.

**Tabela 48.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	149,00 AabX <sup>(1)</sup>	160,69 AbX #	125,94 BbY	122,63 BbY
Co+Mo+B+Zn	135,94 ABbY #	151,50 AbX	129,81 BabY	122,50 BbY
Bioestimulante	163,38 BaX	191,69 AaX #	146,94 BCaY	142,56 CaY
Testemunha	462	131	139	133
d.m.s.	16,14	25,99	13,85	14,33
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	144,63 BCbX	136,50 CbY	170,38 AbX	159,19 ABbX
Co+Mo+B+Zn	157,69 BbX #	154,44 BaX	183,38 AbX #	139,88 BcX #
Bioestimulante	176,19 BCaX #	160,06 CaY	205,44 AaX	183,44 BaX
Testemunha	135	152	153	168
d.m.s.	17,02	19,41	28,85	15,80

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 49.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias, em função do nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Níveis de vigor	Condição de dessecação	
	Com	Sem
1	246,19 Bab <sup>(1)</sup>	315,44 Aa
2	271,56 Ba	315,63 Aa
3	226,00 Bbc	340,06 Aa
4	203,06 Bc	322,88 Aa

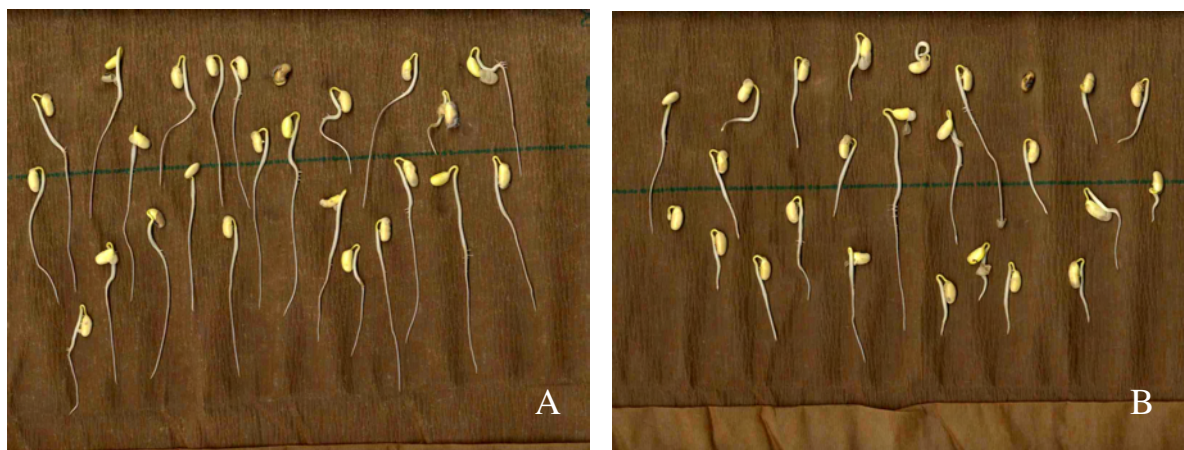
<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 50.** Comprimento (mm) de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliado pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	338,56 AaY <sup>(1)</sup>	352,44 AbY	307,19 ABaY	265,44 BaY
Co+Mo+B+Zn	301,13 ABaY	347,88 AbY	281,38 BaY	261,38 BaY
Bioestimulante	330,00 BaY	418,94 AaY #	306,88 BaY	268,50 BaY
Testemunha	328	297	284	251
d.m.s.	44,28	98,71	34,12	29,07
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	474,13 AaX #	453,88 AbX	455,81 AbX	455,81 AbX
Co+Mo+B+Zn	493,50 AaX #	525,94 AaX #	485,19 AabX	484,06 AabX
Bioestimulante	492,19 AaX #	477,13 AabX	539,06 AaX	539,81 AaX
Testemunha	430	441	424	498
d.m.s.	38,64	49,90	128,58	45,49

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 6.** Imagens de plântulas de soja, obtidas após 5 dias de crescimento, produzidas por sementes tratadas com os micronutrientes Co+Mo+B+Zn, sem (A) e com (B) dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

A redução no comprimento das plântulas, proporcionada pela dessecação das plantas em pré-colheita, foi ainda mais acentuada após a aplicação de Co+Mo+B+Zn às sementes mais vigorosas, única situação em que se observou efeitos cumulativos da aplicação de glyphosate e do tratamento com inseticidas, não manifestada no 5º dia (Tabelas 48 e 49).

Em comparação à testemunha, reduções no comprimento das plântulas de soja foram constatadas somente no 3º dia de avaliação, quando tinham, ainda, tamanho reduzido (Tabela 48). A aplicação de Co+Mo+B+Zn às sementes mais e menos vigorosas, produzidas com e sem dessecação das plantas, ocasionou as citadas diminuições.

Correlação significativa entre os dados de comprimento de plântulas gerados pela análise de imagens e mediante medição manual foi constatada em todo período de avaliação. Os coeficientes de correlação aumentaram com o passar do tempo, sendo reportados os valores 0,284\*\*\*, 0,552\*\* e 0,590\*\* para o 3º, 4º e 5º dias, respectivamente.

Durante todo o período de análise, a uniformidade do crescimento das plântulas de soja foi inferior quando aplicados ambos os complexos de micronutrientes às sementes com vigor intermediário, oriundas de plantas não dessecadas, em relação ao bioestimulante (Tabelas 51, 52 e 53); este somente proporcionou valores inferiores em relação aos micronutrientes no 5º dia de avaliação. Similarmente, na presença de dessecação, sementes com vigor intermediário (nível 2), tratadas com Co+Mo+B+Zn, produziram plântulas com menor uniformidade de crescimento nos dois primeiros dias (Tabelas 51 e 52).

Em geral, a aplicação de glyphosate em pré-colheita ocasionou, como nas demais análises, melhoria na uniformidade de crescimento das plântulas, quando da significância das condições de dessecação (Tabelas 51, 52 e 53).

Realizada a dessecação, incrementos na uniformidade do desenvolvimento das plântulas, em comparação à testemunha, foram obtidos quando aplicados Co+Mo e o bioestimulante às sementes com vigor inicial intermediário (nível 2) (Tabela 51). No 5º dia, o tratamento das sementes mais vigorosas com Co+Mo+B+Zn, além das combinações já constatadas no primeiro dia, incrementaram a uniformidade do crescimento das plântulas (Tabela 53). Algumas combinações de tratamentos ocasionaram reduções na uniformidade de crescimento das plântulas no 4º dia, em relação à testemunha, mas não mais se manifestaram no encerramento da avaliação (Tabela 52).

**Tabela 51.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 3 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	834,06 AaX <sup>(1)</sup>	848,69 AaX #	832,56 AaX	821,13 AaX
Co+Mo+B+Zn	838,13 AaX	812,13 AbY	817,06 AaX	826,69 AaX
Bioestimulante	850,25 AaX	848,81 AaX #	834,75 AaX	850,25 AaX
Testemunha	844	792	850	830
d.m.s.	40,51	43,22	32,76	30,65
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	827,94 ABaX	798,50 BbY	838,75 AabX	827,75 ABaX
Co+Mo+B+Zn	827,38 ABaX	844,94 AaX	819,31 ABbX	807,88 BaX
Bioestimulante	833,06 AaX	836,50 AaX	853,44 AaX	823,19 aAY
Testemunha	808	818	829	822
d.m.s.	29,66	42,95	35,49	38,99

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 52.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 4 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	867,06 AaX <sup>(1)</sup>	863,44 AaX	863,44 AaX	854,38 AaX
Co+Mo+B+Zn	870,50 AaX	833,44 BbX	844,75 ABaX #	867,88 AaX
Bioestimulante	868,25 AaX	864,06 AaX	862,88 AaX	867,56 AaX
Testemunha	861	832	873	871
d.m.s.	26,47	33,08	26,25	26,35
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	863,25 AaX	832,56 BbY #	875,00 AaX	856,81 ABaX
Co+Mo+B+Zn	856,00 ABaX	879,31 AaX	839,19 BbX	840,81 BaY
Bioestimulante	845,69 AaY	859,25 AaX	869,63 AaX	847,00 AaX
Testemunha	854	861	863	841
d.m.s.	22,72	28,14	32,02	30,37

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 53.** Uniformidade de crescimento de plântulas de soja, cultivar Conquista, avaliada pelo sistema de análise por imagem, aos 5 dias, em função do tratamento químico com micronutrientes e bioestimulante, nível de vigor das sementes e dessecação das plantas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2010.

Produto	Níveis de vigor			
	1	2	3	4
<b>Com dessecação</b>				
Co+Mo	872,88 AaX <sup>(1)</sup>	861,31 AaX #	872,25 AaX	876,63 AaX
Co+Mo+B+Zn	879,81 AaX #	844,50 BaY	862,25 ABaX	878,06 AaX
Bioestimulante	871,69 AaX	861,50 AaX #	870,75 AaX	869,38 AaX
Testemunha	855	825	877	871
d.m.s.	23,40	30,56	19,92	21,52
<b>Sem dessecação</b>				
Co+Mo	870,69 AaX	859,38 AbX	878,44 AaX	867,63 AaX
Co+Mo+B+Zn	867,31 ABaX	888,50 AaX	843,19 BbY	846,31 BaY
Bioestimulante	853,38 BaX	862,25 ABbX	883,00 AaX	847,31 BaY
Testemunha	866	870	861	862
d.m.s.	22,94	27,55	28,53	33,64

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para níveis de vigor), minúscula na coluna (para fungicidas) e X/Y (para condições de dessecação) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Médias seguidas deste símbolo diferem da testemunha pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento químico das sementes de soja, com diferentes níveis de vigor inicial, com fungicidas, inseticidas, micronutrientes e bioestimulante proporcionou efeitos variáveis na germinação e no desenvolvimento das plântulas, dependentes, também, da aplicação ou não de glyphosate como dessecante das plantas em pré-colheita.

Os efeitos verificados quando aplicados fungicidas, inseticidas e micronutrientes às sementes foram similares. A germinação, em geral, foi incrementada pelo tratamento químico das sementes produzidas de plantas dessecadas devido à diminuição da porcentagem de plântulas anormais. Segundo Yoshikawa et al. (1978) e Keen et al. (1982), mesmo em concentrações extremamente baixas e não tóxicas, o glyphosate causa diminuição da síntese de fitoalexinas, que tem efeito fitossanitário e, conseqüentemente, na qualidade sanitária das sementes, possível razão para os efeitos benéficos do tratamento químico terem sido significativos. Efeitos fitotóxicos cumulativos, proporcionados pela dessecação das plantas e posterior tratamento químico, foram constatados após aplicação de difenoconazole às sementes com vigor inicial intermediário (níveis 3 e 4). Na ausência de dessecação, quando já se observava germinação superior anteriormente ao tratamento químico, a aplicação de alguns produtos ocasionou efeitos fitotóxicos, em dependência do vigor inicial das sementes, traduzidos por elevações das anormalidades em plântulas. A aplicação de bioestimulante às sementes, no entanto, foi detrimental à qualidade das sementes, independentemente da aplicação ou não de glyphosate em pré-colheita na etapa de produção. No entanto, a



fitotoxicidade de alguns ingredientes ativos está relacionada, muitas vezes, à maior concentração dos produtos junto às sementes, que causa anormalidades mais acentuadas e/ou mais visíveis nos testes de germinação realizados em substrato de papel (CÍCERO et al., 1989; SILVA, 1989), o que não ocorreria no campo.

O desenvolvimento total das plântulas de soja foi afetado pelo tratamento químico das sementes oriundas de plantas dessecadas; os efeitos decorrentes da aplicação de glyphosate em pré-colheita e da fitotoxicidade causada pela posterior aplicação dos produtos foram cumulativos quando do uso de captan e tolylfluanid em sementes com vigor inicial intermediário (níveis 3 e 4), decorrente da redução do comprimento do hipocótilo. Resultados similares foram observados após tratamento das sementes com aqueles mesmos níveis de vigor iniciais com CoMo devido ao menor comprimento da raiz primária. O comprimento do hipocótilo também foi reduzido quando da dessecação das plantas e do tratamento das sementes com fipronil, mas sem que houvesse efeito no comprimento total da plântula. Na ausência de dessecação, o comprimento das plântulas foi reduzido, em geral, após o tratamento químico das sementes, independentemente do produto aplicado. Não foram observados efeitos cumulativos da dessecação das plantas com glyphosate e posterior tratamento das sementes com inseticidas na germinação ou no desenvolvimento das plântulas.

A aplicação do glyphosate como dessecante ocasionou redução da qualidade das sementes, independentemente dos demais tratamentos. Mesmo com a aplicação do produto no estágio de maturidade fisiológica, ocasião em que a translocação de fotoassimilados da planta para a semente é cessada (OLIVER; BEWLEY, 1997), pode ter havido absorção local do glyphosate, aspergido diretamente sobre as vagens, e posterior degradação das moléculas e formação de outros metabólitos (MONQUERO et al., 2004).

De acordo com os dados verificados na análise de imagens, no início do desenvolvimento das plântulas, resultados variáveis da aplicação de glyphosate às plantas foram observados em dependência dos demais tratamentos; com o decorrer da análise, no entanto, os mesmos efeitos acentuaram-se a ponto de afetar, negativamente, o crescimento das plântulas oriundas de sementes tratadas com quaisquer produtos químicos e com quaisquer níveis iniciais de vigor. Efeitos cumulativos da dessecação das plantas e do tratamento das sementes foram notados somente no 3º dia de desenvolvimento das plântulas, sendo estes somente manifestados no índice de vigor e comprimento, à exemplo da aplicação de

thiabendazole e de tiametoxam às sementes mais vigorosas. Apesar de constatadas reduções no índice de vigor e no comprimento das plântulas decorrentes da aplicação de glyphosate em pré-colheita, as sementes oriundas de plantas dessecadas produziram plântulas mais uniformes quanto ao desenvolvimento.

## 6. CONCLUSÕES

1. A dessecação química de plantas de soja em pré-colheita com glyphosate e realizada na maturidade fisiológica, causa redução da germinação das sementes e do comprimento das plântulas.

2. O tratamento químico das sementes de soja com fungicidas, inseticidas e micronutrientes eleva, em geral, a germinação das sementes de soja produzidas por plantas dessecadas com glyphosate em pré-colheita, mesmo daquelas mais vigorosas.

3. Efeitos fitotóxicos cumulativos da dessecação das plantas com glyphosate e posterior tratamento químico à germinação das sementes são restritos à aplicação de difenoconazole e bioestimulante àquelas com vigor inicial intermediário.

4. Efeitos fitotóxicos cumulativos da dessecação das plantas com glyphosate e posterior tratamento químico no desenvolvimento das plântulas são restritos à aplicação de captan e tolylfluanid e de Co+Mo às sementes com vigor inicial intermediário, devido à reduções no comprimento do hipocótilo e da raiz primária, respectivamente.

5. Os efeitos deletérios da aplicação de glyphosate como dessecante em pré-colheita após o 4º dia de desenvolvimento das plântulas de soja no índice de vigor e no comprimento manifestam-se independentemente do tratamento químico e do vigor inicial das sementes.

6. Os efeitos cumulativos da aplicação de glyphosate às plantas de soja em pré-colheita e posterior tratamento químico causam redução do vigor e do

comprimento das plântulas somente no 3º dia de desenvolvimento, quando da aplicação de thiabendazole e tiametoxam às sementes inicialmente mais vigorosas.

## 7. REFERÊNCIAS

AGUERO, J. P.; VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 254-259, 1997.

ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R. Manejo de glyphosate em soja RR e a qualidade das sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 1/2, p. 45-54, 2010.

ALBRECHT, L. P. et al. Componentes de produção e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja RR em resposta a aplicação de glyphosate. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2007.

ALBRECHT, L. P. et al. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja RR em resposta ao uso do glyphosate; em misturas ou isolados; aplicados sequencialmente. In: CONGRESSO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 18.; CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2008. 1 CD-ROM.

ALBRECHT, L. P. et al. Altas doses de glyphosate aplicados em soja RR e seu efeito sobre o desempenho agrônomico e a qualidade fisiológica das sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 16., 2009, Curitiba. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 232, 2009a.

ALBRECHT, L. P. et al. Efeito de diferentes formulações de glyphosate nos componentes de produção e na qualidade das sementes de soja RR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 16., 2009, Curitiba. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 256, 2009b.

ALMEIDA, F. S.; PINEDA-AGUILAR, A.; RODRIGUES, B. N. Resíduos de paraquat em soja usado com dessecante da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 9, n. 1/2, p. 85-91, 1991.

AMARANTE JUNIOR., O. P. et al. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, p. 589-593, 2002.

ANDREOLI, C.; EBELTOFT, D. C. Dessecantes no rendimento e na qualidade da semente de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, v. 14, p. 135-139, 1979.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Limite máximo de resíduos de glifosato para as principais culturas**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 4 out. 2010.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 684 p.

ARAGÃO, C. A. et al. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.

AZLIN, W. R.; McWHORTER, C. G. Preharvest effects of applying glyphosate to soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Ithaca, v. 29, n. 1, p. 123-127, 1981.

BALARDIN, R. S.; LOCH, L. C. Efeito de thiram sobre a germinação de sementes de centeio e aveia. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 9, n. 1, p. 113-117, 1987.

BARROS, R. G.; YOKOYAMA, M.; COSTA, J. L. da S. Compatibilidade do inseticida thiamethoxan com fungicidas utilizados no tratamento de sementes de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, p. 153-157, 2001.

BASTIDAS, G.; FRANCO, H.; CRUZ, R. Defoliantes en soya (*Glycine max* (L.) Merrill). **Acta Agronómica**, Bogotá, v. 21, n. 2, p. 51-58, 1971.

BATISTA, O. C.; BARROS, A. C. S. A. Efeitos de dessecantes na maturação e na qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v. 3, p. 19-26, 1980.

BAUDET, L.; PESKE, T. S. A logística do tratamento de sementes. **Seed News**, Pelotas, n. 1, p. 22-25, 2006.

BAYS, R. et al. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 60-67, 2007.

BERTAGNOLLI, C. M. **Detecção e quantificação de sementes de soja geneticamente modificada resistente ao glifosato em sistema hidropônico**. 2005. 73 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

BERVALD, C. M. P. et al. Desempenho fisiológico de sementes de soja de cultivares convencional e transgênica submetidas ao glifosato. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 9-18, 2010.

BITTENCOURT, S. R. M. et al. Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 86-93, 2000.

BOVEY, R. W.; MILLER, F. B.; BOUR, J. R. Pre-harvest desiccation of grain sorghum with glyphosate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 67, p. 618-621, 1975.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento e de Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BURRIS, J. S. Effect of seed maturation and plant population on soybeans seed quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, p. 440-441, 1973.

CARVALHO, N. M. et al. Aplicação pré-colheita de dessecante de soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivar Viçoja: II-Efeitos imediatos sobre a germinação das sementes. **Científica**, Jaboticabal, v. 6, n. 2, p. 209-213, 1978.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 10, p. 1311-13188, 2008.

CECCON, G. et al. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 63, p. 227-237, 2004.

CERKAUSKAS, R. F.; DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. Effect of three desiccant-type herbicides on fruiting structures of *Colletotrichum truncatum* and *Phomopsis* spp. on soybean stems. **Plant Disease**, St. Paul, v. 67, n. 6, p. 620-622, 1983.

CERKAUSKAS, R. F.; SINCLAIR, J. B. Use of paraquat to aid detection of fungi in soybean tissues. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, n. 11, p. 1036-1038, 1980.

CÍCERO, S. M.; CHAMMA, H. M. C. P.; MORAES, M. H. D. **Tratamento fungicida em sementes de milho**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 14 p. (Relatório técnico).

COLE, D. J. Mode of action of glyphosate – a literature analysis. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (Eds.). **The herbicide glyphosate**. Londres: Butterworths, 1985. p. 49-54.

CORRÊA, L. E. A.; BORGES, A. Glyphosate+carfentrazone-ethyl: controle de ervas problemáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p. 463.

COSTA, A. V. **Avaliação da qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com tegumento impermeável, produzida em três localidades do Brasil Central**. 1984. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

COSTA, N. P. et al. Antecipação de colheita de sementes de soja através do uso de dessecantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 5, n. 3, p. 183-187, 1983.

CUNHA, C. S. M. **Comparação de métodos na detecção de sementes de soja geneticamente modificada, tolerante ao glifosato**. 2004. 24 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

DALTRO, E. M. F. et al. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.



DAN, E. L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

DAN, L. G. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DELOUCHE, J. C. Seed maturation. In: **Handbook of seed technology**. Mississippi: Mississippi State University, 1971. p. 17-21.

DELOUCHE, J. C. et al. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, p. 663-700, 1973.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **Hortscience**, Alexandria, v. 15, n. 6, p.13-17, 1980.

DESAI, D. **Effects of fungicide seed treatments on germination and emergence of soybean in relation to seed quality**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1976. (Coletânea de Resumos de Teses e Dissertações).

DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J.; CRUZ FILHO, J. **Tratamento de sementes: controle de patógenos**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1980. 121 p.

DICK, R. E.; QUINN, J. P. Glyphosate-degrading isolates from environmental samples: occurrence and pathways of degradation. **Applied Microbiology Biotechnology**, Heidelberg, v. 43, n. 3, p. 545-550, 1995.

DINIZ, K. A. et al. Qualidade de sementes de alface enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 228-238, 2009.

DOMINGOS, M.; SILVA, A. A.; SILVA, R. F. Qualidade da semente de feijão afetada por dessecantes, em quatro estádios de aplicação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 275-282, 1997.

DOMINGOS, M.; SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Qualidade da semente de feijão armazenada após dessecação química das plantas, em quatro estádios de aplicação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 1143-1148, 2000.

DUKE, S. O.; HOAGLAND, R. E.; ELMORE, C. D. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds. III-Phenylalanine ammonia-lyase activity, free amino acids, soluble protein and hydroxyphenolic compounds in axes of dark-grown soybeans. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, n. 46, p. 357-366, 1979.

DUKE, S. O. et al. Isoflavone, glyphosate, and aminomethylphosphonic acid levels in seeds of glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Davis, v. 51, p. 340-344, 2003.

DURIGAN, J. C. **Efeitos de aplicação em pré-colheita de dessecante em duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1979. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1979.

DURIGAN, J. C.; CARVALHO, N. M. Aplicação, em pré-colheita, de dessecantes em duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). I-Efeitos imediatos sobre a germinação e produção de sementes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 3, n. 1, p. 108-115, 1980.

EDJE, O. T.; BURRIS, J. S. Effects of soybean seed vigor on field performance. **Agronomy Journal**. Madison, v. 63, p. 536-538, 1971.

ELLIS, M. A.; ILYAS, M. B.; SINCLAIR, J. B. Effect of three fungicides on internally seedborne fungi and germination of soybean seeds. **Phytopathology**, St. Paul, v. 65, p. 553-556, 1975.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EVANGELISTA, J. R. E. **Dessecantes na produção e qualidade de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

FALIVENE, M. S. P.; MIRANDA, M. A. C. Temperatura e ocorrência de necrose dos cotilédones em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 2, n. 1, p. 43-51, 1980.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World reference base for soil resources**. Rome: FAO, 2006. 128 p. (World Soil Resources Reports, 103).

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. **Iowa Agricultural Experimental Station Special Report**, Ames, v. 80, p. 1-11, 1977.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; PROCÓPIO, S. O. **Sintomas de fitotoxidez de herbicidas no algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 17 p. (Circular Técnica, 109).

FERRISS, R. S. et al. Effects of seed quality, seed treatment, soil source, and initial soil moisture on soybean seedling performance. **Phytopathology**, St. Paul, v. 77, n. 2, p. 140-148, 1987.

FESSEL, S. A.; MENDONCA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Effect of chemical treatment on corn seeds conservation during storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

FONSECA, N. **Influência da aplicação de paraquat sobre a produção e a qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1984. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

FOSSATI, M. L. **Influências do tratamento de sementes de soja com inoculante, micronutrientes e fungicidas sobre a população inicial de plantas, nodulação, qualidade de sementes e rendimento de grãos**. 2004. 23 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

FRAGA, A. C. **Estudo sobre a utilização de dessecantes na produção de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1988. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1984. 39 p. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1992. 22 p. (Circular Técnica, 10).

FRANÇA NETO, J. B. et al. Efeitos da aplicação de dessecantes foliares na qualidade da semente de soja 1999. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 58, 1999.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T. **Caracterização dos problemas de fitotoxicidade de plântulas de soja devido ao tratamento de sementes com fungicida Rhodiauram 500SC, na safra 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 21 p. (Circular Técnica, 27).

FRANÇA NETO, J. B.; KRYZANOWSKI, F. C.; SILVA, W. R. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1998a. 72 p. (Documentos, 116).

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Suscetibilidade das principais cultivares de soja utilizadas no Brasil ao dano de embebição no teste de germinação**. Londrina: Embrapa Soja, 1998b. 10 p. (Comunicado técnico, 60).

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007a. 12 p. (Circular Técnica, 40).

FRANÇA NETO, J. B. et al. Efeito da aplicação de glyphosate como dessecante em pré-colheita sobre a qualidade de semente de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29., 2007, Campo Grande. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2007b. p. 222-224. (Documentos, 287).

FREITAS, C. E. **Aplicação em pré-colheita de três dessecantes em plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, do cultivar IAC-8**. 1984. 74 f. Graduação (Monografia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1984a.

FREITAS, E. L. **Efeitos do dessecamento realizados em diferentes estádios reprodutivos anteriores à colheita da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), c.v. IAC-8**. 1984. 68 f. Graduação (Monografia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1984b.

FUNGUETTO, C. I. et al. Detecção de sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 130-138, 2004.

FURLAN, S. H.; SCHREB, C. T. Tratamento de sementes de soja com fluquinconazol visando o controle da ferrugem asiática e da mancha parda. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29., 2007, Campo Grande. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 73-75.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

GIANASI, L. et al. Eficiência do fungicida captan associado a outros fungicidas no tratamento químico de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 241-245, 2000.

GOMES, J. L. L. Efeito da aplicação de gramoxone e do reglone sobre a incidência de patógenos nas sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 15., 1982, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: SBF, 1982. p. 27-32.

GOULART, A. C. P.; CASSETARI NETO, D. Efeito do ambiente de armazenamento e tratamento químico na germinação, vigor e sanidade de sementes de soja, *Glycine max* (L.) Merrill, com alto índice de *Phomopsis sp.* **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 9, n. 3, p. 91-102, 1987.

GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B.; FUJINO, M. T. **Viabilidade técnica do tratamento de sementes de soja com fungicidas antes do armazenamento**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 41 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2).

GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B.; FUJINO, M. T. **Efeito de embalagens e do tratamento com fungicida na qualidade de sementes de soja armazenadas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Controle de fungos em sementes de soja (*Glycine max*) pelo tratamento com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 21, n. 3/4, p. 239-244, 1995.

GUIMARÃES, R. N. et al. Efeito do tratamento de sementes com inseticidas na emergência e altura de plântulas de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 94-99. (Documentos, 182).

HAMER, E.; HAMER, E. Produção de sementes requer planejamento. **Seed News**, Pelotas, v. 4, p. 23-27, 2003.

HAMMERTON, J. L. Effects of weed competition, defoliation and time of harvest on soybeans. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 8, p. 333-338, 1972.

HAUAGGE, C. A. C.; SILVA, A. C. Efeito do tratamento de semente com fungicida sobre a emergência em campo e doenças foliares da cevada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 2, n. 1, p. 107-112, 1980.

HENNING, A. A. et al. **Tratamento de sementes de soja com fungicidas**. Londrina: Embrapa Soja, 1991. 4 p. (Comunicado Técnico, 49).

HENNING, A. A. Fungicidas recomendados para o tratamento de sementes de soja. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4., 1996, Gramado. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 40-44.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 51 p. (Documentos, 235).

HENNING, A. A. A ferrugem pode ser controlada via tratamento de sementes. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Uberaba. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 90-98.

HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da época de tratamento químico e/ou período de armazenagem sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja cv. Bossier e Paraná com altos índices de *Phomopsis* sp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., 1981, Recife. **Resumos...** Brasília, ABRATES, 1981. p. 24.

HENNING, A. A. et al. Tratamento de sementes de soja com fungicidas. **Revista Óleos e Grãos**, São Paulo, v. 16, p. 48-49, 1994.

HOAGLAND, R. E. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds: VI-Effects of glyphosate and glyphosate metabolites on phenylalanine ammonia-lyase activity, growth, emd protein, chlorophyll, and anthocyanin levels in soybean (*Glycine max*) seedling. **Weed Science**, Lawrence, v. 28, p. 393-400, 1980.

- HOFFMASTER, A. L. et al. An automated system for vigor testing three-day old soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, n. 3, p. 701-713, 2003.
- HOFFMASTER, A. L. et al. The Ohio State University seed vigor imaging system (SVIS) for soybean and corn seedlings. **Seed Technology**, Ithaca, v. 27, n. 1, p. 7-24, 2005.
- INOUE, M. H. et al. Rendimento de grãos e qualidade de sementes de soja após a aplicação de herbicidas dessecantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 769-770, 2003.
- JACINTO, J. B. C.; CARVALHO, N. M. Maturação de sementes de soja. **Científica**, Jaboticabal, v. 1, n. 1, p. 81-88, 1974.
- JAWORSKI, E. G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Davis, v. 20, n. 6, p. 1195-1198, 1972.
- KAISER, W. J.; HANNAN, R. M. Seed-transmission of *Ascochyta rabiei* in chickpea and its control by seed-treatment fungicides. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, p. 625-637, 1988.
- KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2009.
- KASHYPA, R. K.; CHAUDHARY, O. P.; SHEORAN, I. S. Effects of insecticide seed treatments on seed viability and vigour in wheat cultivars. **Seed science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 503-517, 1994.
- KEEN, N. T.; HOLLIDAY, M. J.; YOSHIKAWA, M. Effects of glyphosate on glyceollin production and the expression of resistance to *Phytophthora megasperma* f.sp. glycinea in soybean. **Phytopathology**, St. Paul, v. 72, n. 11, p. 1467-1470, 1982.
- KROHN, N. G.; MALAVASI, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 2, p. 91-97, 2004.

KRUZE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPs: Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, DF, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 4 p. (Circular técnica, 37).

LACERDA, A. L. S. et al. Aplicação de dessecantes na cultura da soja: antecipação da colheita e produção de sementes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 381-390, 2001.

LACERDA, A. L. S. et al. Aplicação de dessecantes na cultura da soja: teor de umidade nas sementes e biomassa nas plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 427-434, 2003.

LACERDA, A. L. S. et al. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 447-457, 2005.

LAZARINI, E.; LACERDA, A. L. S.; SÁ, M. E. Avaliação do efeito da aplicação de dessecantes em diferentes épocas, na obtenção de sementes de soja de elevada qualidade fisiológica e sanitária, em Selvíria, MS. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 118, 1999.

LOUZADA, G. A. S.; VIEIRA, E. H. N. Efeito da aplicação de micronutrientes em sementes de feijão. IN: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 732-734.

LYDON, J.; DUKE, S. O. Glyphosate induction of elevated levels of hydroxybenzoic acids in higher plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 36, p. 813-818, 1988.

MACHADO, J. C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Eds.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 522-588.

MADEIRA, M. C. B.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; CAFÉ FILHO, A. Eficiência e fitotoxidez de fungicidas no tratamento de sementes de lentilha para o controle de *Rhizoctonia solani*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, n. 1, p. 36-37, 1988.



MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; KARAM, D. Eficiência dos dessecantes paraquat e diquat na antecipação da colheita do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 449-455, 2002.

MALASPINA, I. C. **Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill): teor de água, produtividade e qualidade fisiológica das sementes**. 2008. 47 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção)-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

MALVICK, D. K. **Soybean seed quality and fungicide seed treatment**. Urbana-Champaign: University of Illinois, 1988. 5 p. (Report on Plant Disease, 506).

MARCHIORI JUNIOR, O. et al. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*Brassica napus*) após aplicação de dessecantes em pré-colheita. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 253-262, 2002.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARTINS, C. C.; CARVALHO, N. M. Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidades nas plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 168-182, 1994.

McDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

McNEAL, F. M. et al. Chemical desiccation experiments with hard red spring wheat (*Triticum aestivum* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 5, n. 3, p. 451-453, 1973.

MEDINA, P. F. et al. Produção de sementes de cultivares precoces de soja em duas épocas e dois locais paulistas. II-Qualidade fisiológica. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 305-315, 1997.

MENDONÇA, A. A. **Efeitos da aplicação, em pré-colheita, de dessecantes em plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do cultivar IAC-8**. 1984. 84 f. Graduação (Monografia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1984.

MENTEN, J. O. M. Tratamento de sementes com inseticidas. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. p. 278-279.

MENTEN, J. O. M. Tratamento químico de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4., 1996, Gramado. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 3-23.

MIGUEL, M. H. **Herbicidas dessecantes: momento de aplicação, eficiência e influência no rendimento e na qualidade de sementes de feijão**. 2003. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MIGUEL-WRUCK, D. S.; ZITO, R. K.; PAES, J. M. V. Eficiência do fluquinconazol, via tratamento de sementes, no controle da ferrugem asiática da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29., 2007, Campo Grande. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 70-72.

MIRANDA, D. M. **Bioensaios na detecção e quantificação de sementes de soja geneticamente modificada resistente ao glifosato em amostras convencionais de sementes**. 2004. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

MONDRAGON, R. L.; POTTS, H. C. Field deterioration of soybeans as affected by environment. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Geneva, v. 64, p. 63-71, 1974.

MONQUERO, P. A. et al. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.

MORAES, M. L. B. **Comportamento da pressão estática e da frente de secagem em uma coluna de sementes de arroz**. 2000. 50 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2000.

MORENO-MARTINEZ, E. M.; VIDAL-GAONA, G. Preserving the viability of stored mayze seed with fungicides. **Plant Disease**, St.Paul, v. 65, n. 3, p. 260-261, 1982.

MUNKVOLD, G.; SWEETS, L.; WINTERSTEEN, W. **Iowa commercial pesticide applicator manual** – Category 4. Ames: Iowa State University, 2006. 39 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, p. 2-24.

NAKASHIMA, E. K. et al. Dessecação química na obtenção de sementes de soja de elevada qualidade fisiológica. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, p. 483-493, 2000.

NASCIMENTO, W. M.; CÍCERO, S. M. Qualidade de sementes de ervilha tratada com fungicida. I-Qualidade sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 13, p. 5-12, 1991.

NASCIMENTO, W. M. et al. Fitotoxicidade do inseticida carbofuran 350 FMC na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 18, n. 2, p. 242-245, 1996.

NASCIMENTO, W. M. et al. Bioensaio para detecção de plantas transgênicas de soja tolerantes ao herbicida glifosato. In: SEMINARIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 17., 2000, Punta del Este. **Anais...** Punta del Este: FELAS, 2000. v. 1, p. 102.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Tratamento fungicida e conservação de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 13, n. 2, p. 105-113, 1991.

OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 6, p. 578-585, 1986.

OLIVER, M. J.; BEWLEY, J. D. Desiccation tolerance of plant tissues: a mechanistic overview. **Horticulture Reviews**, Indianapolis, v. 18, p. 171-213, 1997.

PANIZZI, A. R. et al. Efeitos da época de semeadura e de espaçamento entre fileiras na população de artrópodos associados à soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., 1978, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1979. v. 2. p. 113-125.

PELEGRINI, M. F. **Maturação da semente e dessecação química do feijoeiro de cultivo de inverno**. 1986. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1986.

PELÚZIO, J. M. et al. Influência da dessecação química e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 77-82, 2008.

PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M. J.; OVEJERO-LOPES, R. F. Efeito de herbicidas aplicados na pré-colheita na qualidade fisiológica das sementes de feijão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 4, n. 2, p. 102-113, 2005.

PEREIRA, C. E. **Peliculização e tratamento fungicida de sementes de soja: efeitos no armazenamento e na inoculação com *Bradyrhizobium***. 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

PEREIRA, C. E. et al. Tratamento fungicida via peliculização e inoculação de *Bradyrhizobium* em sementes de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p.433-440, 2009.

PEREIRA, J. L.; HONDA, A. I.; SARTORI, S. Efeito da dessecação pré-colheita nos grãos de soja. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 11., 1976, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBHED, 1976. p. 116-117.

PEREIRA, L. A. G. et al. Efeito da interação de tratamento químico de sementes de soja e níveis de vigor. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, p. 159-163, 1981.

PFLEGER, F. L.; GROTH, J. V.; RELING, T. P. The assessment of fungicides for control of pea root rot in the field. **Plant Disease Reporter**, Washington, DC, v. 60, n. 4, p. 317-321, 1976.

PIRES, L. L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J. L. S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 709-715, 2004.

POLLOCK, B. M.; ROOS, E. E. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1972. 289 p.

RAIJ, B. van. et al. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Davis, v. 52, p. 5139-5143, 2004.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: [s.n.], 1995. 675 p.

RODRIGUES, J. D. **Absorção, translocação e modo de ação de defensivos (glifosato e alachlor)**. Botucatu: FCA/UNESP, 1994. 10 p. (Apostila didática).

ROMAN, E. S.; RODRIGUES, O.; McCracken, A. **Dessecação: uma tecnologia que reduz perdas na colheita de soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 2 p. (Comunicado técnico, 60).

ROUSSEAU, J. O. **Efeito do tratamento químico de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em relação a sua qualidade fisiológica**. 1977. 63 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1977.

RUFINO, C. A.; TAVARES, L. C.; BARROS, A. C. S. A. Resposta de diferentes dosagens de fungicida na qualidade fisiológica de sementes de soja. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2009. 1 CD-ROM.

SÁ, M. E.; CARVALHO, I. F. Estudo da necessidade do tratamento fungicida em sementes de soja, visando a manutenção da qualidade fisiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7., 1991, Campo Grande. **Informativo ABRATES**. Londrina: ABRATES, v. 1, n. 4, p. 98, 1991.

SAKO, Y. et al. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 3, p. 625-636, 2001.

SANTOS, J. B. et al. Qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) após aplicação do carfentrazone-ethyl em pré-colheita. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 633-639, 2004.

SANTOS, J. B. et al. Efeitos da dessecação de plantas de feijão sobre a qualidade de sementes armazenadas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 645-651, 2005.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. **Soja**: molibdênio e cobalto. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36 p. (Documentos, 322).

SILVA, J. F. **Influência do tamanho da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre sua tolerância ao metribuzin e estudos de lixiviação deste por dois tipos de solo**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SILVA, M. T. B. Inseticidas na proteção de sementes e plantas. **Seed News**, Pelotas, v. 2, n. 5, p. 26-27, 1998.

SILVA, T. T. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2008.

SILVA, W. R. **Relações entre disponibilidade de água, tratamento fungicida e germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1989. 113 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

SILVEIRA, R. E.; MACCARI, M.; MARQUEZI, C. F. Avaliação do efeito de inseticidas aplicados via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de raízes de milho, na proteção de pragas do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 8., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 246-249.

SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 462-469, 1998.

TAVARES, S. et al. Avaliação dos efeitos fisiológicos do tiametoxam no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 82, n. 1, p. 47-54, 2007.

**TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA** - Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280 p. (Sistemas de Produção, 12).

TEIXEIRA, E. F.; CÍCERO, S. M.; DOURADO NETO, D. Análise de imagens digitais de plântulas para avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 159-167, 2009.

TEKRONY, D. M. et al. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* spp. seed infection. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 1, p. 189-193, 1984.

THOMAS, G. D. et al. Influence of defoliation and depodding on yield of soybeans. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 67, p. 683-685, 1974.

TILLMANN, M. A. A.; WEST, S. H. Identification of genetically modified soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds resistant to glyphosate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 336-341, 2004.

TOGNI, D. A. J. **Contribuição do tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) com fungicidas no manejo da ferrugem asiática**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

TOGNI, D. A. J.; BERTUCCI-RAMOS, P. H.; MENTEN, J. O. M. Manejo da ferrugem asiática da soja através do tratamento de sementes com fungicidas. **Summa Pathologica**, Jaguariúna, v. 33, n. 1, p. 199, 2007. (Suplemento).

TOMLIN, C. **The pesticide manual**. Bath: Bath Press, 1995. 1341 p.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VARGAS, L.; MORAES, R. M. A.; BERTO, C. M. Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 567-571, 2007.

VEIGA, J. S. et al. Effect of systemic fungicides used as seed treatment on asian soybean rust initial epidemic progress. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE FITOPATOLOGIA, 14., 2007, Cancun. **Resumos...** Chapingo: Sociedad Mexicana de Fitopatología, 2007. p. 115.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-26.

VILLACORTA, H. S. **Some effects of pre-harvest desiccation on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed quality**. 1980. 95 f. Thesis (Doctor of Philosophy)-Mississippi State University, Starkville, 1980.

WALLEN, V. R.; SEAMAN, W. L. Seed infection of soybean by *Diaporthe phaseolorum* and its influence on host development. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 41, p. 13-21, 1963.

WHIGHAN, D. K.; STOLLER, E. W. Soybean desiccation paraquat glyphosate and ametryn to accelerate harvest. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 3, p. 630-633, 1979.

YOSHIKAWA, M.; YAMAUCHI, K.; MASAGO, H. Glyceollin: its role in restricting fungal growth in resistant soybean hypocotyls infected with *Phytophthora megasperma* var. sojae. **Physiological Plant Pathology**, London, v. 12, n. 1, p. 73-82, 1978.

ZITO, R. K. **Padrões eletroforéticos de proteínas e qualidade fisiológica durante o desenvolvimento da semente de soja**. 1994. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

ZORATO, M. F.; HENNING, A. A. Influência de tratamentos fungicidas antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 236-244, 2001.