

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE**  
**CAMPUS DE CASCAVEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – CCET**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DENSIDADE DE SEMEADURA E CONSÓRCIO DE BRAQUIÁRIA E ESTILOSANTES**  
**VISANDO À FORMAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL PARA A CULTURA DA SOJA**

**GISLAINE PICCOLO DE LIMA**

**CASCAVEL – PR**

**Fevereiro – 2012**

**GISLAINE PICCOLO DE LIMA**

**DENSIDADE DE SEMEADURA E CONSÓRCIO DE BRAQUIÁRIA E ESTILOSANTES  
VISANDO À FORMAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL PARA A CULTURA DA SOJA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Sistemas Biológicos e Agroindustriais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega

**CASCADEL – PR**

**Fevereiro – 2012**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Central do Campus de Cascavel – Unioeste**  
**Ficha catalográfica elaborada por Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362<sup>1</sup>**

L698d Lima, Gislaine Piccolo de  
Densidade de semeadura e consórcio de braquiária e estilosantes  
visando à formação de cobertura vegetal para a cultura da soja. / Gislaine  
Piccolo de Lima — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012.  
130 f. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Lúcia Helena Pereira Nóbrega  
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola,  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.  
Bibliografia.

1. Sistema plantio direto. 2. Rotação de cultura. 3. Qualidade de  
sementes. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21. ed. 631.5

---

<sup>1</sup> Professor Ms. José Carlos da Costa. Revisor de Língua Portuguesa.

**GISLAINE PICCOLO DE LIMA**

**DENSIDADE DE SEMEADURA E CONSÓRCIO DE BRAQUIÁRIA E ESTILOSANTES  
VISANDO À FORMAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL PARA A CULTURA DA SOJA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Sistemas Agroindustriais, aprovada pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lúcia Helena Pereira Nóbrega  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Dr<sup>a</sup> Telma Passini  
Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR

Prof. Dr. Eduardo Godoy de Souza  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof. Dr. Marcio Furlan Maggi  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof. Dr. Tiago Roque Benetoli da Silva  
Universidade Estadual de Maringá - Campus de Umuarama

Cascavel, 14 de fevereiro de 2012.

## **BIOGRAFIA**

Gislaine Piccolo de Lima, nasceu em 5 de junho de 1980, em Tuparendi, Rio Grande do Sul. É graduada em Ciências Biológicas - Licenciatura/Bacharelado, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* de Cascavel/PR (2001 - 2005). É mestre em Engenharia Agrícola pela UNIOESTE, *campus* de Cascavel/PR (2006 - 2008). Aluna do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola: Engenharia de Sistemas Biológicos e Agroindustriais, nível doutorado, na UNIOESTE, *campus* de Cascavel/PR (2008 – 2012).

“É graça divina começar bem. Graça maior persistir na caminhada certa. Mas graça das graças é não desistir nunca.”

Dom Hélder Câmara

Ao meu esposo e filhos,  
José, Luisa e Lucas Lima

Aos meus pais,  
Sueli e Odir Piccolo

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora da Salette, pela coragem e determinação imprescindíveis nesta caminhada!

À minha “grande família”, esposo, filhos, mãe, pai, irmã, cunhados (as) e sogros, pelo apoio quando eu mais precisei e, principalmente, pela compreensão dos momentos não compartilhados.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega, por sua paciência, orientação, amizade e companheirismo ao longo desses anos.

Às amigas e companheiras de “labuta” Danielle Medina Rosa e Márcia Maria Mauli, pelo apoio irrestrito no planejamento, implantação do experimento e coleta de dados. Valeu meninas!!!

À amiga Ariane Spiassi, pela “doação” das sementes de invasoras; sempre alegre e disposta a ajudar, obrigada pela força!

Aos amigos Fábio Pacheco, Luan, Joseli Nunes, Marcia Konopatzky, pela alegria, amizade e aquela “ajudinha” na hora certa, que, de uma forma ou de outra, fizeram desse desafio um “trecho superável”.

À amiga Adriana Meneghetti, sempre dedicada, pela ajuda na análise de regressão e incentivo constante.

À professora Silvia Renata Machado Coelho, pelo auxílio nos testes para determinação de lipídios e proteínas; e aos colegas do Lacon, pelo apoio nos testes de qualidade nutricional das sementes.

Aos professores participantes da banca examinadora: Reginaldo Ferreira Santos, Silvia Renata Machado Coelho, Telma Passini, Walter Boller, Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa, pelas contribuições feitas ao trabalho.

Aos demais professores do ESA, pelos ensinamentos transmitidos.

À Fundação Araucária e à Capes, pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade.



# DENSIDADE DE SEMEADURA E CONSÓRCIO DE BRAQUIÁRIA E ESTILOSANTES VISANDO À FORMAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL PARA A CULTURA DA SOJA

## RESUMO

A eficiência do sistema plantio direto está diretamente relacionada ao manejo e à escolha das espécies de cobertura vegetal que antecedem a semeadura da cultura agrícola. Analisou-se neste contexto, o efeito das densidades de semeadura de braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), estilósantes (*Stylosanthes macrocephala* e *Stylosanthes capitata*) e consórcio dessas espécies no ciclo das coberturas vegetais e da cultura da soja, e na qualidade das sementes da soja. Em condições de campo, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011 foram demarcadas parcelas de 3,5 m x 4,5 m, com 1 m de bordadura entre elas, para a semeadura das coberturas vegetais. As coberturas vegetais foram semeadas em agosto dos anos 2009 e 2010, período em que foram avaliadas a incidência de plantas invasoras, a produtividade de biomassa, a persistência de cobertura e a porcentagem de cobertura do solo promovida pelas plantas. Aos 90 dias após a semeadura, antes da frutificação, as coberturas foram roçadas e dispostas sobre cada parcela respectiva. A semeadura da soja foi realizada no início de dezembro de 2009 e 2010, 20 dias após a roçada da cobertura, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, sete linhas de semeadura e 14 sementes por metro. Na cultura da soja, foi determinado índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, porcentagem de emergência e altura de planta, incidência de plantas invasoras, produtividade, além da qualidade fisiológica e nutricional da semente. O delineamento experimental, referente aos dados do ciclo das plantas de cobertura e da cultura da soja, foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos e cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram submetidas à análise de regressão. O delineamento experimental referente aos dados da qualidade de sementes foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. A incidência de plantas invasoras e a massa fresca das plantas invasoras de folha estreita nas coberturas vegetais apresentaram redução proporcional ao aumento da densidade de semeadura, além disso, as plantas de cobertura com maior densidade de semeadura proporcionaram maior porcentagem de cobertura do solo. Foi observada maior qualidade nutricional das sementes, quando cultivadas sob consórcio na densidade de semeadura intermediária (15 + 4,5 kg ha<sup>-1</sup>). Em geral, os resultados obtidos indicam a possibilidade da utilização da espécie *Brachiaria ruziziensis*, em condição solteira ou em consórcio, como planta de cobertura antecedendo à cultura da soja. Entretanto, estudos mais detalhados devem ser realizados considerando a diversidade de culturas com possibilidade de serem empregadas no sistema plantio direto, bem como as condições climáticas regionais.

**Palavras-chave:** sistema plantio direto, rotação de cultura; qualidade de sementes

## SEEDING DENSITY AND CONSORTIUM OF BRACHIARIA AND STYLOSANTHES

### AIMING AT VEGETATION COVER TO THE SOYBEAN CROP

#### ABSTRACT

The tillage efficiency is directly related to the management and choice of vegetation species prior to sowing the crop. In this context, this study examined the effect of brachiaria sowing densities (*Brachiaria ruziziensis*) (10; 15 and 20 kg ha<sup>-1</sup>), stylosanthes (*Stylosanthes macrocephala* and *Stylosanthes capitata*) (3; 4.5 e 6 kg ha<sup>-1</sup>) and consortium of these species (10 + 3; 15 + 4.5; 20 + 6 kg ha<sup>-1</sup>) as vegetation cover for soybean crop and seed quality. Under field conditions in the agricultural years 2009/2010 and 2010/2011 were demarcated 3.5 m x 4.5 m plots with 1 m border between them for seeding cover crops. The cover crops were sown in August 2009 and 2010, period in which the incidence of invasive plants, biomass productivity, coverage persistence and soil coverage percentage promoted by plants were evaluated. At 90 days after sowing, before fruiting, covers were mowed and arranged on each respective plot. The soybean sowing was performed in early December 2009 and 2010, 20 days after mowing the cover, with 0.45 m spacing, seven sowing lines and 14 seeds per meter. In the soybean crop was determined the emergence speed index, emergence speed, emergence percentage and plant height; incidence of invasive plants, productivity; in addition to the physiological and nutritional quality of seed. The experimental design cover plants cycle and soybean was completely randomized with 10 treatments and five repetitions; means were submitted to regression analysis. The experimental design for seed quality data was completely randomized in 3 x 4 factorial arrangement, five repetitions; means compared by the by Scott and Knott test at 5% probability. The incidence of invasive plants and the fresh weight of narrow-leaf weeds in the cover crops had proportional reduction to the increase of planting density, in addition, cover crops with higher seeding rate showed higher percentage of ground cover. It was observed higher nutritional quality of seeds when grown under intercropping at intermediate sowing density (15 + 4.5 kg ha<sup>-1</sup>). In general, the results indicate the possibility of using the species *Brachiaria ruziziensis* in single condition or consortium, as cover crop prior to soybean; however, more detailed studies should be performed considering the species with the possibility of being used via crop rotation in the tillage system, as well as under regional climate and soil conditions.

## SUMÁRIO

|                    |   |            |
|--------------------|---|------------|
| <b>CAPÍTULO I</b>  | <b>INCIDÊNCIA DE PLANTAS INVASORAS E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA SOB VARIAÇÃO DE DENSIDADE DE SEMEADURA DE PLANTAS DE COBERTURA EM CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO.....</b> | <b>12</b>  |
| <b>CAPÍTULO II</b> | <b>QUALIDADE FISIOLÓGICA E NUTRICIONAL DA SEMENTE DE SOJA EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE SEMEADURA DA COBERTURA DO SOLO.....</b>   | <b>102</b> |

## CAPÍTULO I

### INCIDÊNCIA DE PLANTAS INVASORAS E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA SOB VARIAÇÃO DE DENSIDADE DE SEMEADURA DE PLANTAS DE COBERTURA EM CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO

#### RESUMO

Os benefícios do sistema plantio direto estão relacionados com a proporção de resíduos vegetais originados das plantas de cobertura. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *macrocephala*) e consórcio de braquiária + estilosantes nos componentes de produção analisados durante o ciclo das coberturas vegetais e da cultura da soja. O experimento foi desenvolvido sob condições de campo, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. As parcelas foram demarcadas com 3,5 m x 4,5 m, tendo área útil de 8,75 m<sup>2</sup>. Durante o ciclo das coberturas vegetais foi avaliada a incidência de plantas invasoras folha larga e folha estreita; massa fresca das plantas invasoras de folha larga e estreita, e massa fresca da cobertura total; persistência da cobertura vegetal e porcentagem da cobertura do solo. Durante o ciclo da cultura da soja foi determinada a incidência de plantas invasoras folha larga e estreita, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência e porcentagem de emergência da soja, altura de plantas e produtividade da soja. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 tratamentos (testemunha em pousio, braquiária 10 kg ha<sup>-1</sup>, braquiária 15 kg ha<sup>-1</sup>, braquiária 20 kg ha<sup>-1</sup>; estilosantes 3 kg ha<sup>-1</sup>, estilosantes 4,5 kg ha<sup>-1</sup>, estilosantes 6 kg ha<sup>-1</sup>, consórcio 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup>, consórcio 15 + 4,5 kg ha<sup>-1</sup> e consórcio 20 + 6 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, normalidade e homocedasticidade; as médias foram submetidas à análise de regressão. As densidades de semeadura das plantas de cobertura influenciaram nas variáveis analisadas, entretanto, não foi verificada relação proporcional entre o aumento da densidade de semeadura e maiores benefícios para a cultura da soja. A formação de grande proporção de fitomassa afetou negativamente a emergência da cultura. Portanto, não se recomenda a utilização de maiores densidades de semeadura das plantas de cobertura, quando estas antecederem à cultura da soja. Os resultados permitiram concluir que a cobertura vegetal braquiária, seja na condição isolada ou em consórcio, apresentou bom desempenho, contudo, o estilosantes não teve desenvolvimento adequado, em função das condições edafoclimáticas da região.

**Palavras-chave:** *Brachiaria ruziziensis*; *Stylosanthes capitata* e *macrocephala*; manejo de plantas invasoras

**INCIDENCE OF INVASIVE PLANTS AND DEVELOPMENT OF SOYBEAN CROP UNDER  
VARIATION OF SEEDING DENSITY OF COVER CROPS IN CROPPING AND  
INTERCROPPING SYSTEMS**

**ABSTRACT**

The benefits of tillage are related to the proportion of plant waste originated from cover crops. The objective of this study was to evaluate the effect of seeding density of cover crops brachiaria (*Brachiaria ruziziensis*), stylosanthes (*Stylosanthes capitata* and *macrocephala*) and consortium of brachiaria + stylosanthes on the yield components analyzed during the cycle of cover crops and soybean crops. The experiment was conducted under field conditions in the agricultural years 2009/2010 and 2010/2011. Plots were demarcated with 3.5 m x 4.5 m and 8.75 m<sup>2</sup> floor area. During the cycle of vegetation covers was assessed the incidence of on narrow- and broad-leaf weed plants, fresh weight of total coverage, vegetation cover persistence and soil cover percentage. During the cycle of the soybean crop was the incidence of narrow- and broad-leaf weeds; emergence speed index, emergence speed and percentage of soybean emergence; plant height and soybean yield. The experimental design was completely randomized with 10 treatments (control, brachiaria 10 kg ha<sup>-1</sup>, brachiaria 15 kg ha<sup>-1</sup>, brachiaria 20 kg ha<sup>-1</sup>; stylosanthes 3 kg ha<sup>-1</sup>, stylosanthes 4,5 kg ha<sup>-1</sup>, stylosanthes 6 kg ha<sup>-1</sup>, consortium 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup>, consortium 15 + 4,5 kg ha<sup>-1</sup> and consortium 20 + 6 kg ha<sup>-1</sup>); and five repetitions. Data were subjected to analysis of variance, normality and homoskedasticity and means were subjected to regression analysis. The sowing densities of cover crops influenced the variables analyzed; however, there was no proportional relationship between the increase of seeding density and greater benefits for the soybean crop. The formation of high proportion of biomass negatively affected crop emergence. Therefore, it is not recommended the use of higher seeding rates of cover crops when these precede the soybean crop. Results showed that brachiaria cover crop, individually or in consortium, showed good performance; however, stylosanthes did not show satisfactory development due to climate and soil conditions in the region.

**Keywords:** *Brachiaria ruziziensis*; *Stylosanthes capitata* and *macrocephala*; management of invasive plants.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>I.1       INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>I.2       OBJETIVOS.....</b>  | <b>21</b> |
| I.2.1    Objetivo geral .....  | 21        |
| I.2.2    Objetivos específicos.....  | 21        |
| <b>I.3       REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>   | <b>22</b> |
| I.3.1    Sistema plantio direto .....  | 22        |
| I.3.2    Plantas de cobertura vegetal .....  | 24        |
| I.3.3    Decomposição dos resíduos de plantas de cobertura.....                                | 26        |
| I.3.4    Uso de leguminosas e poáceas .....  | 27        |
| I.3.5    Consórcio de plantas de cobertura .....   | 31        |
| I.3.6    Efeitos das plantas de cobertura no solo .....  | 32        |
| I.3.6.1    Nas propriedades físicas .....  | 32        |
| I.3.6.2    Nas propriedades químicas .....   | 33        |
| I.3.6.3    Nas propriedades biológicas.....  | 33        |
| I.3.6.4    Efeitos alelopáticos.....   | 34        |
| I.3.7    Rotação de culturas.....  | 35        |
| <b>I.4       MATERIAL E MÉTODOS.....</b>   | <b>39</b> |
| I.4.1    Localização e caracterização da área experimental.....                                | 39        |
| I.4.2    Coleta e análise do solo .....  | 39        |
| I.4.3    Implantação das coberturas vegetais e avaliação de componentes de produção.....       | 40        |
| I.4.4    Implantação da cultura da soja e avaliação de componentes de produção.....            | 41        |
| I.4.5    Dados climatológicos durante o período experimental.....                              | 42        |
| I.4.6    Delineamento experimental .....   | 44        |
| <b>I.5       RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | <b>45</b> |
| I.5.1    Análise química de solo – Ano agrícola 2009/2010 e 2010/2011 .....                    | 45        |
| I.5.2    Avaliações realizadas na cobertura vegetal – Ano agrícola 2009/2010 e 2010/2011 ..... | 47        |
| I.5.3    Avaliações realizadas na cultura da soja – ano agrícola 2009/2010 e 2010/2011.....    | 169       |
| <b>I.6       CONCLUSÕES .....</b>  | <b>92</b> |

**REFERÊNCIAS ..... 93**

**LISTA DE TABELAS**

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Tabela I.1</b> | Características químicas e granulométrica do Latossolo Vermelho Distroférico típico da área experimental, antes da implantação do experimento. Cascavel, PR.....   | 39 |
| <b>Tabela I.2</b> | Caracterização química do solo na camada de 0-20 cm, após cultivo da soja, nas respectivas densidades de semeadura ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para os anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR..... | 45 |



## LISTA DE FIGURAS

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Figura I.1</b>  | Médias mensais de precipitações pluviométricas (mm), ocorridas durante o experimento nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR. ....   | 42 |
| <b>Figura I.2</b>  | Médias mensais de umidade do ar (%), ocorridas durante o experimento nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR. ....   | 43 |
| <b>Figura I.3</b>  | Temperaturas mínima, máxima e média, ocorridas durante o experimento nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR. ....   | 44 |
| <b>Figura I.4</b>  | Incidência de plantas invasoras folha larga (nº plantas m <sup>-2</sup> ), em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010. ....       | 48 |
| <b>Figura I.5</b>  | Incidência de plantas invasoras folha larga (nº plantas m <sup>-2</sup> ), em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011. ....       | 50 |
| <b>Figura I.6</b>  | Incidência de plantas invasoras folha estreita (nº de plantas m <sup>-2</sup> ), em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010. .... | 53 |
| <b>Figura I.7</b>  | Incidência de plantas invasoras folha estreita (nº de plantas m <sup>-2</sup> ), em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011. .... | 55 |
| <b>Figura I.8</b>  | Massa fresca de plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE) e cobertura total (Total) nas plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.  | 57 |
| <b>Figura I.9</b>  | Massa fresca da plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE) e cobertura total (Total) nas plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.  | 60 |
| <b>Figura I.10</b> | Persistência das plantas de cobertura a zero, 50 e 80 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010. ....   | 62 |
| <b>Figura I.11</b> | Persistência das plantas de cobertura a zero, 50 e 80 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011. ....   | 63 |
| <b>Figura I.12</b> | Porcentagem de cobertura do solo das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010. ....   | 65 |
| <b>Figura I.13</b> | Porcentagem de cobertura do solo das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011. ....   | 68 |
| <b>Figura I.14</b> | Índice de velocidade de emergência (IVE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010. ....  | 70 |

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Figura I.15</b>  | Índice de velocidade de emergência (IVE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura de plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.....  | 71 |
| <b>Figura I.16</b>  | Velocidade de emergência (VE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.....  | 73 |
| <b>Figura I.17</b>  | Velocidade de emergência (VE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.....  | 74 |
| <b>Figura I.18</b>  | Porcentagem de emergência de plântulas de soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.....  | 75 |
| <b>Figura I.19</b>  | Porcentagem de emergência de plântulas de soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.....  | 77 |
| <b>Figura I.20</b>  | Altura de plantas de soja (cm) aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS), cultivadas sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.....  | 78 |
| <b>Figura I.21</b>  | Altura de plantas de soja (cm) aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS), cultivadas sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.....  | 80 |
| <b>Figura I.22</b>  | Incidência de plantas invasoras folha larga (m <sup>-2</sup> ) na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010. .... | 81 |
| <b>Figura I. 23</b> | Incidência de plantas invasoras folha larga (m <sup>-2</sup> ) na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011. .... | 83 |
| <b>Figura I.24</b>  | Incidência de plantas invasoras folha estreita m <sup>-2</sup> na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010. .... | 85 |
| <b>Figura I.25</b>  | Incidência de plantas invasoras folha estreita m <sup>-2</sup> na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011. .... | 86 |
| <b>Figura I.26</b>  | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.....                            | 88 |

**Figura I.27** Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011..... 90

## I.1 INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto aliado à rotação de culturas tem a propriedade de estabelecer práticas conservacionistas com a capacidade de recuperar as condições físicas, químicas e biológicas do solo e incrementar a produtividade. As coberturas vegetais destacam-se como grandes aliadas na implantação do sistema por fornecer matéria orgânica. Contudo, os efeitos benéficos dessa prática dependem da adequação entre o manejo adotado, as condições climáticas e topográficas do local, o tipo de solo e suas características nutricionais, além da espécie de cobertura vegetal implantada.

As espécies de cobertura vegetal devem corresponder às necessidades exigidas para o ambiente e para a cultura comercial. Entre as mais utilizadas para aquele fim destacam-se as da família das poáceas e leguminosas. A grande quantidade de palha formada pelas poáceas protege o solo contra os efeitos erosivos das chuvas, atenua as condições térmicas do solo, favorece a germinação de sementes e o desenvolvimento das plantas. A presença de leguminosas favorece as relações de simbiose com bactérias que auxiliam na fixação de nitrogênio (N) trazendo benefícios para a cultura subsequente.

Além dos efeitos característicos de cada espécie vegetal pode existir, ainda, o fenômeno da alelopatia, uma relação entre organismos em que há liberação de substâncias químicas, as quais podem ser benéficas ou prejudiciais. No sistema plantio direto, são de maior interesse as que atuam, principalmente, na germinação de sementes e no desenvolvimento de plantas.

Portanto, o bom desempenho do sistema de manejo está atrelado às características de cada espécie e sua adequação à rotação e sucessão de culturas, considerando-se as condições ambientais da região.

## I.2 OBJETIVOS

### I.2.1 Objetivo geral

- ✓ Avaliar o efeito da densidade de semeadura de braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), estilosantes (*Stylosanthes macrocephala e capitata*) e do consórcio de braquiária e estilosantes na produtividade de biomassa, cobertura do solo e permanência desta no campo, bem como a influência dos restos vegetais das coberturas na emergência de plântulas, crescimento de plantas, produtividade e incidência de espécies invasoras.

### I.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar a produção de massa fresca da parte aérea das plantas de cobertura e das espécies invasoras;
- ✓ Avaliar a permanência/decomposição das plantas de coberturas no campo;
- ✓ Avaliar a porcentagem de cobertura do solo proporcionada pelas plantas de cobertura;
- ✓ Avaliar a incidência das plantas invasoras folha larga e folha estreita nas coberturas vegetais;
- ✓ Avaliar o índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE) e porcentagem de emergência de plântulas e crescimento das plantas de soja;
- ✓ Avaliar a incidência das plantas invasoras folha larga e folha estreita na cultura da soja;
- ✓ Avaliar a produtividade das sementes de soja.

## I.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### I.3.1 Sistema plantio direto

A agricultura tem sido uma atividade predatória, em termos de manejo e conservação do solo (FRANKEN *et al.*, 2011). Nos últimos 50 anos, foi marcada pela alta aplicação de insumos, além da mecanização, irrigação, uso de fertilizantes químicos, inseticidas e herbicidas (DE-POLLI; PIMENTEL, 2005). Porém, a manutenção e o avanço da capacidade produtiva devem priorizar o conteúdo da matéria orgânica do solo e todo esforço deve ser concentrado em desenvolver tecnologias para aperfeiçoar essa prática (FRANCO; CAMPELLO, 2005).

A associação de tecnologias existentes e novas pode trazer soluções importantes para as necessidades da sociedade e do ambiente. Dentre estas, destacam-se os sistemas integrados sustentáveis, como a produção de biomassa com múltiplas espécies e o sistema plantio direto (SPD) com rotação e consorciação de culturas (CRESTANA; DENARDIN; FIGUEIREDO, 2008). Esta prática é considerada um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira (OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002). Nesse sistema, a produção nacional da soja ultrapassou 68 milhões de toneladas nas safras 2009/2010 e 2010/2011 (CONAB, 2011).

O SPD passou a abranger um complexo de processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, contemplando a diversificação de espécies, via rotação e consorciação de culturas, mobilização de solo apenas na linha de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo e minimização do intervalo entre colheita e semeadura. Sem, entretanto, ser confundido com o simples ato de semear ou plantar, mas compreendido como um complexo capaz de viabilizar a perenização desse processo com o preparo de solo adequado (DENARDIN; KOCHHANN; DENARDIN, 2007). É muito mais que um conjunto de práticas agrícolas, visando à modernização da agricultura com base em conhecimentos técnico-científicos, trata-se de uma filosofia que envolve todo o sistema produtivo na busca da sustentabilidade na agricultura (FIDELIS *et al.*, 2003). Logo, erroneamente, o plantio direto é adotado somente por uma minoria de agricultores, cuja prática usual é a sucessão soja/milho (BRANDT *et al.*, 2006).

Essa prática, quando bem empregada, diminui a erosão e melhora os níveis de fertilidade do solo, aumentando a matéria orgânica e reduzindo o impacto ambiental gerado pelo revolvimento do solo, proporciona a redução dos custos de produção, permite a melhor racionalização no uso de máquinas, implementos e equipamentos, possibilitando que as

culturas sejam implantadas nas épocas recomendadas e proporcionando estabilidade na produção (SARAIVA; TORRES, 2000). Conforme Lopes *et al.* (2004), a ausência de preparo do solo e a quantidade e qualidade, tanto dos resíduos das culturas de interesse econômico como das plantas de cobertura ao longo dos anos, acarretam um aumento gradual no teor de matéria orgânica, notadamente na camada superficial (0 a 10 cm).

Estudo desenvolvido por Fuentes *et al.* (2009), em área de plantio direto, indica melhorias na qualidade do solo e aumento na produtividade da cultura do milho quando comparado ao sistema convencional. Entretanto, é necessária a escolha de culturas adaptadas, possibilitando o retorno econômico, a manutenção ou melhoramento das propriedades físicas do solo e contribuindo para melhorar a sua capacidade produtiva (MARTINS *et al.*, 2009). Oliveira, Carvalho e Moraes (2000) verificaram maior índice de velocidade de emergência (IVE) no plantio direto, em relação ao convencional.

O potencial das espécies selecionadas deve coincidir com as condições locais, considerando a rapidez com que se estabelecem e as suas produções de fitomassa. Quanto mais rápido o estabelecimento maiores os benefícios físicos advindos da cobertura na proteção do solo e na supressão de espécies invasoras. Pesquisas têm indicado que, no sistema plantio direto, quanto mais espessa for a cobertura morta formada maior será a sua influência sobre a germinação das sementes de espécies invasoras (IAPAR, 1981 *apud* MURASCHI *et al.*, 2005).

Têm-se observado que grande parte do sucesso do sistema plantio direto reside no fato de que a palha deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal, contribuindo para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção das características e propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ESPINDOLA *et al.*, 2005).

Conforme Alvarenga *et al.* (2003), a estabilidade do sistema plantio direto depende de um sistema de rotação que possibilite a manutenção de uma camada de palha sobre o solo ao longo do tempo. Contudo, a quantidade e a qualidade da palha sobre a superfície do solo dependem do sistema de rotação adotado, do tipo de planta de cobertura e do manejo que lhe é dado. Deve-se considerar que a palha formada tenha um manejo adequado, oferecendo pequena resistência aos componentes de corte das semeadoras, de tal modo que a semeadura subsequente possa ser realizada sem dificuldades operacionais.

A quantidade de palha sobre o solo e a uniformidade da sua distribuição pode servir de referência para uma avaliação preliminar sobre as condições nas quais o sistema plantio direto está se desenvolvendo. O sistema plantio direto deve ter pelo menos 50% da superfície do solo coberta com resíduos. Igualmente importante é a distribuição dos resíduos sobre o solo do modo mais uniforme possível. Desta forma, maximizam-se os

benefícios da cobertura do solo para o sistema plantio direto. Por outro lado, a taxa de decomposição dos resíduos vegetais modifica a cobertura do solo ao longo do tempo, sendo importante o cultivo de plantas especializadas na produção de fitomassa, para incrementar a cobertura deixada pelas culturas produtoras de grãos (ALVARENGA *et al.*, 2003).

Para Muraischi *et al.* (2005), essa agricultura em ambiente de solo imperturbado, recoberto de resíduos, está ainda em fase de aprendizado. Há muito que se pesquisar para gerar tecnologias adequadas e para conhecer os fenômenos que regulam essas tecnologias. Entre as dificuldades observadas, está o escasso conhecimento sobre plantas de cobertura com capacidade de produzir quantidade de matéria seca suficiente para o sistema, e, conseqüentemente, manter ou elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas comerciais (OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002), considerando a necessidade de adaptabilidade frente às variações climáticas do país.

Segundo Fancelli (2007), para a eficiência do sistema plantio direto deve-se priorizar a consorciação, a formação de palha de qualidade em curto espaço de tempo, alelopatia, e a perenização de sistemas, além da microbiologia do solo, aspectos pouco abordados nas pesquisas até então realizadas.

O sistema plantio direto, ao contemplar integralmente esse complexo de processos tecnológicos, submete o sistema agrícola produtivo ao menor grau de perturbação ou de desordem, quando comparado a outras formas de manejo, por requerer menor infraestrutura de máquinas e de equipamentos, demandar menor força de trabalho e menos energia fóssil, favorecer o controle biológico de pragas, de doenças e de espécies invasoras, minimizar a erosão, aumentar os processos de flocculação e de agregação do solo, desenvolver a estrutura do solo, diminuir a taxa de mineralização da matéria orgânica e desacelerar as taxas de ciclagem e reciclagem de nutrientes, estabelecendo sincronismo com a taxa de crescimento das formas de vida presentes (DENARDIN; KOCHHANN; DENARDIN, 2007).

### **I.3.2 Plantas de cobertura vegetal**

As plantas de cobertura constituem um importante componente em sistemas agrícolas e sua escolha depende da adaptação de cada uma às condições de clima regional e do interesse do produtor (CALEGARI *et al.*, 1992).

Na escolha das plantas de cobertura para o sistema plantio direto, também, deve ser levada em consideração a disponibilidade de sementes, as condições do solo, a rusticidade, especialmente quanto à tolerância ao déficit hídrico, a possibilidade de utilização comercial e o potencial como hospedeiras de pragas e doenças, assim, é possível



alterná-las, de tal modo que a cultura subsequente não sofra prejuízos, pelo contrário, seja beneficiada pelas características da cultura anterior (ALVARENGA *et al.*, 2003).

O manejo das plantas de cobertura, pós-dessecação ou sem dessecação, também é importante, pois pode afetar a taxa de decomposição desse material. Além disso, a quantidade e uniformidade de distribuição da palha são importantes. Áreas com baixa cobertura facilitam a emergência de plantas espontâneas, as perdas de água por evaporação, maior variação térmica, o impacto e desagregação de partículas de solo pelas gotas de chuva e posterior obstrução de poros pelas partículas desagregadas etc. Por outro lado, o excesso dela causa problemas operacionais no plantio e prejudica a emergência das plântulas, comprometendo o estande final da lavoura (ALVARENGA *et al.*, 2003).

Conforme Morris *et al.* (2010), os resíduos vegetais das plantas de cobertura devem ser manejados de forma a maximizar benefícios como a proteção do solo e a biodiversidade ambiental, reduzir os riscos de manter uma alta proporção de resíduos na superfície, entre eles a dificuldade na semeadura da cultura, profundidade inadequada das sementes e dificuldade de emergência em decorrência de fitotoxicidade ou, ainda, de alterações das propriedades físicas do solo.

De acordo com Constantin e Oliveira Júnior (2005), áreas que apresentam grande concentração de cobertura vegetal (40 a 50% de cobertura do solo) podem acarretar interferência negativa na cultura subsequente quando esta for semeada em períodos muito próximos à dessecação, podendo apresentar clorose das folhas, redução no desenvolvimento e na produtividade.

A produção de fitomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições edafoclimáticas, fitossanitárias e do seu sistema radicular. Quanto mais o sistema radicular penetrar no solo maior será a produção de biomassa, além de promover a descompactação do solo (FRANKEN *et al.*, 2011).

Portanto, o modelo ideal de planta de cobertura seria aquele que apresentasse alta produção de fitomassa com alta taxa de absorção de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo; alta tolerância ao déficit hídrico, às pragas e doenças; com efeito alelopático sobre as plantas invasoras; de fácil estabelecimento e controle; baixa taxa de decomposição e, ainda, alto valor agregado. Impossível reunir todas essas qualidades em apenas uma espécie, o que leva ao raciocínio lógico da necessidade de ser usada mais de uma espécie, sendo que uma poderá suprir a deficiência de outra em algum quesito, além de incrementar a diversificação da rotação e da sucessão de culturas (ALVARENGA *et al.*, 2003).

### I.3.3 Decomposição dos resíduos de plantas de cobertura

A decomposição ou mineralização dos resíduos de uma planta pode fornecer nutrientes para outras espécies cultivadas. No entanto, a eficiência do fornecimento de nutrientes entre as plantas de cobertura e a cultura de interesse econômico deve ser sincronizada com o estágio de necessidades da cultura (ESPINDOLA *et al.*, 2005), pois os nutrientes acumulados na palha deixada sobre a superfície do solo estarão temporariamente indisponíveis às plantas em crescimento. O período necessário, até que retornem ao solo, relaciona-se às características das plantas que deram origem a essa palha e ao manejo empregado. As leguminosas têm um papel importante nessa fase, pois, além da maior quantidade de N acumulada, a taxa de decomposição é rápida, liberando rapidamente e aumentando a oferta de nutrientes às plantas. As palhas de poáceas liberam os nutrientes a médio e longo prazo, contudo, muitas vezes, as quantidades finais de nutrientes liberados pelas poáceas são iguais ou superiores às quantidades liberadas pelas leguminosas, o que se deve à grande quantidade de fitomassa produzida. Existem, ainda, algumas situações especiais, pelas quais as plantas de cobertura conseguem extrair do solo algum nutriente que está numa forma indisponível à maioria das culturas (ALVARENGA *et al.*, 2003).

Quanto a essa característica, as plantas podem ser agrupadas em duas classes: uma de decomposição rápida (exemplo: leguminosas), outra de decomposição lenta (exemplo: poáceas). Sabe-se que a relação carbono/nitrogênio torna-se mais larga à medida que a planta se desenvolve. Em razão dessa característica, o manejo das plantas de cobertura pode ser retardado ao máximo, visando dotar-lhes de maior resistência à decomposição (FRANCO; CAMPELLO, 2005).

Para Espindola *et al.* (2005), diversos fatores estão relacionados com a decomposição dos resíduos vegetais, tais como: características edafoclimáticas, composição química dos resíduos e estratégias de manejo do solo e das plantas. Normalmente, a decomposição dos resíduos tende a ser mais lenta durante períodos de estiagem ou de frio, o que pode ser atribuído às menores precipitações pluviométricas ou temperaturas amenas, causando restrição na atividade dos organismos decompositores.

Alguns indicadores são usados para explicar a influência da composição química dos resíduos vegetais na sua decomposição e liberação de nutrientes no solo, como: teor de N, relação carbono/nitrogênio, teor de lignina e relação lignina/N, teor de polifenóis e relação polifenóis/N. De maneira geral, resíduos com baixa relação carbono/nitrogênio e reduzidos teores de lignina e polifenóis apresentam rápida mineralização e fornecem grande quantidade de nitrogênio para as outras culturas, ao passo que resíduos com alta relação carbono/nitrogênio e elevados teores de lignina e polifenóis decompõem-se mais

lentamente, podendo causar a imobilização do N para cultivos posteriores (FRANCO; CAMPELLO, 2005).

#### **I.3.4 Uso de leguminosas e poáceas**

Embora sejam cultivadas plantas de espécies de várias famílias botânicas, algumas das empregadas como plantas de cobertura destacam-se em função dos inúmeros benefícios proporcionados aos componentes do sistema agrícola (ESPINDOLA *et al.*, 2005).

A família *Leguminosae* proporciona o aporte de elevadas quantidades de massa vegetal ao solo e torna possível a disponibilização de N aos agroecossistemas pelo processo de fixação biológica, o que reduz ou elimina a necessidade de aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados. Elevadas quantidades de N são acumuladas na parte aérea de leguminosas, o que se reflete em maiores teores desse nutriente no solo, quando os resíduos vegetais são incorporados ou deixados em cobertura na superfície do terreno. Outra parte é, provavelmente, absorvida pelas raízes das plantas em camadas profundas do solo, sofrendo posterior liberação com a decomposição dos resíduos após o corte. Esse processo é favorecido pela escolha de leguminosas com maior potencial de penetração de suas raízes no solo (ESPINDOLA *et al.*, 2005). Por outro lado, o emprego de não-leguminosas na adubação verde pode amenizar perdas de N, mediante a imobilização temporária deste nutriente em sua biomassa (ANDREOLA *et al.*, 2000).

A quantidade de N fixado varia de acordo com a espécie vegetal utilizada e com as condições edafoclimáticas, podendo chegar a mais de 100 kg de N por hectare (BODDEY; ALVES; URQUIAGA, 1994). Do ponto de vista econômico e ambiental, o N é o nutriente que mais influencia a produção agrícola e limita o crescimento das plantas (URQUIAGA *et al.*, 2005). Portanto, o uso de plantas de cobertura, capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) eficientemente, pode contribuir consideravelmente para a viabilidade econômica e sustentabilidade dos sistemas de produção (BODDEY; ALVES; URQUIAGA, 1994).

Segundo Franco e Campello (2005), a fixação biológica de nitrogênio poderá ser a principal fonte de N para permitir o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo. Dessa forma, a utilização de leguminosas, com capacidade de fornecimento contínuo e equilibrado de N aos sistemas produtivos deve crescer em importância no cenário futuro.

Além do fornecimento de N fixado biologicamente e da reciclagem de nutrientes, a adição dos resíduos vegetais de leguminosas herbáceas e outras plantas de cobertura do solo afeta também a disponibilidade de nutrientes por outros mecanismos. Verificou-se que o incremento do teor de matéria orgânica do solo pode reduzir a retenção de fósforo (P) na

superfície de alguns minerais de argila, aumentando a disponibilidade desse nutriente para as plantas. Observou-se que a decomposição dos resíduos vegetais de adubos verdes permite ainda a liberação de compostos orgânicos que afetam a mobilidade de nutrientes ao longo do perfil do solo (ESPINDOLA *et al.*, 2005). Nas culturas de soja e milho foram observadas melhorias na eficiência energética do sistema sob preparo mínimo e rotação de cultura utilizando leguminosa (RATHKE *et al.*, 2007).

O uso das poáceas deve ser incluído como de produtoras de biomassa vegetal, em razão de fornecerem carbono. Por isso, mantêm e aumentam o teor de matéria orgânica no solo e favorecem a flora e a fauna benéficas do solo (PENTEADO, 2007). Além disso, de acordo com Bortolini, Silva e Argenta (2000), resíduos de poáceas, em virtude de sua baixa taxa de decomposição, determinam melhor proteção do solo.

A adubação verde, a partir do consórcio entre leguminosas e poáceas, pode determinar a combinação de resíduos com características favoráveis, não só à proteção do solo, mas também à nutrição das plantas, pelo aporte de N pelas leguminosas via fixação biológica de nitrogênio (URQUIAGA *et al.*, 2005). Segundo Ferreira e Áquila (2000), o conhecimento das necessidades de nutrientes das plantas e das reações químicas dos solos, permite buscar a melhor, mais eficiente, adequada, econômica e ecológica fonte de nutrientes. Dentre as alternativas para o suprimento dos nutrientes de maior consumo (N-P-K), encontram-se as plantas protetoras e melhoradoras do solo pela reciclagem e fixação simbiótica.

Algumas leguminosas e poáceas utilizadas na adubação verde, ao serem decompostas, liberam no solo substâncias alelopáticas, as quais estavam no interior das suas células. Estas substâncias reagem com outras já existentes no solo, formando novos compostos. No solo, esses resíduos podem ser tóxicos, benéficos ou inócuos. Sua constituição e concentração dependem de diversos fatores, pois existem variáveis que interferem na sua formação, como o tipo de solo, as plantas que o originaram, as condições climáticas, os níveis nutricionais da cultura e, principalmente, a aeração do solo ao qual foi incorporado o material (NUNES; CARVALHO; NETTO, 2008).

Portanto, a escolha do manejo adequado das plantas de cobertura e de resíduos culturais deve considerar sempre o tempo de permanência dos resíduos sobre a superfície do solo, ciclos e estágio fenológico das culturas e das plantas de cobertura, necessidades de corte ou não da palha, possibilidades de liberação de aleloquímicos, infestação por espécies invasoras, condições climáticas da região e liberação de nutrientes, teor de água no solo no momento do manejo, presença de sulcos nas áreas a serem trabalhadas, sentido de deslocamento do equipamento e direção do acamamento, entre outros (CASÃO JR; SIQUEIRA, 2006).

Para Gaudencio *et al.* (2000), é evidente que a capacidade produtiva do solo está diretamente relacionada com o planejamento das plantas comerciais, de maneira que produzam grandes quantidades de biomassa e que estejam destinadas à cobertura vegetal do solo, cultivadas em condição solteira ou em consórcio com culturas comerciais. Conforme Silva *et al.* (2007), as espécies de cobertura vegetal, quando cultivadas em cultivos solteiros, apresentam vantagens e desvantagens para a cultura em sucessão, tornando difícil a indicação de uma espécie que reúna somente aspectos desejáveis. Dessa forma, o uso de sistemas consorciados, com diferentes espécies, pode propiciar a formação de palha na quantidade mais próxima do ideal, aumentando o rendimento de grãos e os benefícios para o sistema semeadura direta.

Contudo, de acordo com Andrioli (2004), a eficiência das plantas fornecedoras da palha, bem como a melhor época de semeadura deve considerar as variações de clima e solo das diferentes regiões. Para Pereira e Velini (2003), as recomendações técnicas devem ser baseadas em resultados de pesquisas desenvolvidas nas condições edafoclimáticas locais. Portanto, tem sido observada a necessidade de estudos para conhecer o comportamento individual das espécies de cobertura, considerando a região e o local, para que seja feita a escolha da melhor espécie, de acordo com seu potencial de produção de fitomassa, reciclagem de nutrientes e que melhor se ajuste ao sistema agrícola adotado na produção de culturas comerciais (ALVARENGA, 2007).

Espécies tradicionais de cobertura do solo, como aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro não têm apresentado desempenho satisfatório em regiões com invernos secos e quentes, característico do Oeste do Paraná. Nesse contexto, forrageiras tropicais perenes, como as pertencentes ao gênero *Brachiaria* spp, têm sido indicadas como opção para a cobertura do solo em sistema plantio direto (FRANCHINI *et al.*, 2009).

O uso de espécies forrageiras, como as do gênero *Brachiaria*, para a formação de palha, vem despertando o interesse de agricultores e pesquisadores (ANDRIOLI, 2004). Conforme Franchini *et al.* (2009), a cobertura proporcionada pela *Brachiaria ruziziensis* tem capacidade de produzir até 8 t ha<sup>-1</sup> de palha na superfície, proporcionando cobertura do solo, aproximada, a 100%. Estudos desenvolvidos por Garcia *et al.* (2008) apresentaram eficiência do consórcio milho e braquiária no processo de reciclagem do potássio, disponibilizando o nutriente para as camadas superficiais do solo e para a cultura do milho.

De maneira geral, a braquiária se destaca pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo (TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2007). Para Bernardes (2003), esta forrageira está difundida e é aceita pelos produtores rurais, o que facilita sua eventual adoção para a produção de massa para a cobertura do solo, em sistema plantio direto. Em trabalhos desenvolvidos por Souza Filho *et al.* (1999), a gramínea

*Brachiaria brizantha* apresentou várias classes de substâncias com propriedades alelopáticas. Este resultado também foi observado em estudos realizados com a leguminosa *Stylosanthes guianensis* (SOUZA FILHO; ALVES; DUTRA, 2002).

De acordo com Silveira (2007), estilossante é uma espécie leguminosa que, quando consorciada com as braquiárias e outras poáceas, traz vários benefícios para o solo e para as plantas. Destaca-se pela capacidade de fixação biológica de nitrogênio, deixando-o disponível para a planta, o que reduz o custo com adubações nitrogenadas. Baknt *et al.* (2009) observaram que, além da economia de N, a utilização de leguminosas na rotação de culturas aumenta a produtividade da cultura do trigo. Nas culturas de soja e milho foram observadas melhorias na eficiência energética do sistema sob preparo mínimo e rotação de cultura utilizando leguminosas (RATHKE *et al.*, 2007). Chikoyea *et al.* (2008) relataram o efeito supressor de *Stylosanthes guianensis* na incidência de espécies invasoras. Para Fernandes, Barreto e Emídio Filho (1999), o efeito supressor da leguminosa na incidência de invasoras pode variar conforme a densidade de semeadura em decorrência do maior ou menor sombreamento. Chikoyea *et al.* (2008) relataram que o estilossantes apresentou menores valores de densidade e de matéria seca, quando comparado às demais espécies de cobertura vegetal, além de diminuir a taxa de crescimento populacional de espécies invasoras.

As leguminosas apresentam uma relação de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, fixando nitrogênio do ar em quantidade suficiente para satisfazer suas necessidades e gerar excedentes para a cultura que a sucede. Sua composição química e relação carbono/nitrogênio são outras características importantes. Assim, as leguminosas, em comparação com as poáceas, são ricas em nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca). A porção de N não utilizada pelas bactérias é transformada em nitrato, fica disponível para as plantas cultivadas, colabora na formação de micorrizas, eficiência do sistema radicular e no conseqüente incremento na produtividade (AMBROSANO *et al.*, 2005).

A cobertura vegetal de poáceas produz resíduos com maior permanência, enquanto que as leguminosas são as que apresentam resíduos de melhor qualidade, promovendo melhores resultados (AMBROSANO *et al.*, 2005).

Para Souza Filho, Alves e Dutra (2002), as poáceas e leguminosas apresentam influência na germinação e no desenvolvimento das plântulas de espécies invasoras, aspecto importante do ponto de vista ecológico, pois estabelece diminuição no número de plantas indesejáveis na área, e, conseqüentemente, diminuição de competição, favorecendo o estabelecimento de cobertura vegetal mais densa. Contudo, em alguns casos, a utilização de resíduos vegetais pode favorecer o surgimento de vegetação espontânea, além de

beneficiar as características físicas do solo, propriedades químicas e biológicas (TEJADA; HERNANDEZ; GARCIA, 2008).

### **I.3.5 Consórcio de plantas de cobertura**

O consórcio é uma combinação de espécies de plantas de cobertura, complementares em relação ao hábito de crescimento, exploração de diferentes extratos, profundidade de raízes e demanda nutricional (PENTEADO, 2007).

A ideia de misturar vários tipos de plantas é como se fosse uma floresta tropical criada em cinco a seis meses, tendo cada tipo de planta um sistema de raízes diferente, com capacidade diferente de extrair os minerais. O objetivo deste sistema é que o conjunto de plantas adotadas no consórcio resgate todo complexo de elementos perdidos e que as próximas culturas precisam (PENTEADO, 2007).

Contudo, observa-se carência de informações relativas ao cultivo consorciado de poáceas e leguminosas, em relação à adubação verde de verão, sobre o melhor aproveitamento de suas potencialidades e a identificação de práticas de manejo que possam aumentar a produtividade das culturas (PERIN, *et al.* 2004).

De acordo com Rodrigues, Rodrigues e Reis (1992), os insucessos ocorridos em várias tentativas de se estabelecer culturas consorciadas em diversas regiões do Brasil têm sido atribuídos às dificuldades de se manejar dois grupos de plantas fisiologicamente diferentes, como é caso das poáceas e leguminosas, principalmente porque estas espécies apresentam taxas de crescimento diferentes. A falta de persistência de consorciações estabelecidas em alguns casos foi atribuída às diferenças em exigências nutricionais existentes entre as espécies. Todavia, a hipótese de que as dificuldades de estabelecimento e a falta de persistência de um dos componentes do consórcio estejam associadas à incompatibilidade das espécies, devido aos efeitos alelopáticos, não pode ser desconsiderada. Conforme Fagioli *et al.* (2000), as espécies poáceas e leguminosas são fisiologicamente diferentes, notadamente quanto às taxas de crescimento e exigências nutricionais. Logo, para se obter sucesso numa consorciação, não pode ser desconsiderada a incompatibilidade entre as espécies, devido aos efeitos alelopáticos.

### **I.3.6 Efeitos das plantas de cobertura no solo**

#### **I.3.6.1 Nas propriedades físicas**

Proteção contra erosão: o controle da erosão realizado pelas plantas de cobertura está relacionado ao aumento dos teores de matéria orgânica do solo. Os constituintes da matéria orgânica influenciam a agregação e reduzem a densidade do solo. Em virtude do aumento de porosidade e agregação do solo, a tendência de uma área protegida por cobertura vegetal é possuir maior infiltração e reduzir a velocidade de escoamento superficial da água (ESPINDOLA *et al.*, 2005).

Umidade: a quantidade de água no solo aumenta em decorrência da diminuição da evaporação de água da superfície do solo e do aumento da quantidade de água infiltrada. Portanto, solos com cobertura vegetal conservam mais umidade no período de seca do que solos descobertos. O excesso de umidade aliado à cobertura do solo, principalmente em solos de péssima drenagem, pode causar anaerobiose e perda de N, além de favorecer o desenvolvimento de doenças causadas principalmente por fungos (PENTEADO, 2007).

Amplitude térmica: a temperatura do solo é reduzida pela cobertura, principalmente em regiões quentes, nas quais o uso de cobertura resulta em solos com temperaturas mais amenas. Conforme Stratton e Rechcigl (1998), a melhoria da temperatura favorece o aumento na quantidade de raízes e conseqüentemente na sua produtividade.

Aeração e permeabilidade do solo: a cobertura vegetal associada às condições ambientais e às propriedades físicas do solo têm efeitos na aeração do solo. A redução de oxigênio para as raízes estimula o desenvolvimento de doenças nas plantas e a desnitrificação do solo. Ainda, o solo coberto favorece maior aprofundamento das raízes, pelo aumento da porosidade e da atividade microbiana (MIYASAKA *et al.*, 2008).

Disponibilidade da radiação solar: a presença de uma camada de palha sobre a superfície do solo exerce papel importante no controle das plantas invasoras, devido ao efeito físico que limita a passagem de luz, criando dificuldades para que haja a germinação das sementes e pela barreira que forma, dificultando o crescimento inicial das plântulas (MIYASAKA *et al.*, 2008).



### I.3.6.2 Nas propriedades químicas

Segundo Penteado (2007):

- ✓ Atua no pH do solo, que influencia na disponibilidade de vários nutrientes para as plantas;
- ✓ Auxilia a formação de ácidos orgânicos que aumentam a solubilização de minerais do solo;
- ✓ Nos trópicos, a cobertura vegetal contribui para aumentar N, P e K no solo;
- ✓ Aumenta a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas;
- ✓ Aumenta a CTC do solo;
- ✓ A cobertura favorece a nutrição de plantas uma vez que proporciona aumento na produção de raízes e inclusive pêlos radiculares;
- ✓ Aumento na produção de biomassa e redução de HCN na raiz;
- ✓ Reduz os teores de Al trocáveis do solo, pela complexação da matéria orgânica;
- ✓ Incorporação de grandes quantidades de N, pela fixação biológica.

### I.3.6.3 Nas propriedades biológicas

Os benefícios da cobertura vegetal nas características físicas e químicas do solo também causam efeitos positivos sobre as condições biológicas. À medida que os resíduos vegetais se mantêm depositados na superfície do solo, diminui a variação térmica e aumenta a retenção da umidade, beneficiando a atividade microbiota do solo (PENTEADO, 2007).

As plantas de cobertura são capazes de causar impactos positivos ou negativos sobre os diversos componentes da fauna do solo, alterando a densidade das populações e a diversidade de espécies. Pode ter efeito significativo na incidência ou severidade de doenças em plantas. Os resíduos vegetais servem como fonte de energia e nutrientes, os quais favorecem à comunidade de organismos do solo (ESPINDOLA *et al.*, 2005).

A matéria orgânica tem papel importante na fertilização do solo que, exercido por diversos mecanismos, altera suas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas. Por outro lado, pode agir diretamente na fisiologia vegetal, mostrando que um solo rico em matéria orgânica é um solo vivo (MIYASAKA *et al.*, 2008).

#### I.3.6.4 Efeitos alelopáticos

O processo de alelopatia consiste na liberação de substâncias, chamadas de aleloquímicos, geralmente das plantas para o ambiente, modificando o comportamento germinativo e o desenvolvimento de outras espécies vegetais e influenciando na constituição dos ecossistemas naturais e das culturas implantadas (NUNES; CARVALHO; NETTO, 2008).

Os efeitos alelopáticos, oriundos da decomposição da fitomassa ou exsudação das raízes, liberam substâncias que vão exercer algum tipo de efeito inibitório nas sementes, impedindo a germinação ou, ainda, interferindo em algum processo do desenvolvimento da planta. Em culturas de verão, como soja, feijão e milho, semeadas no sistema plantio direto sobre coberturas mortas densas, de lenta decomposição e com ação alelopática, pode-se reduzir ou até mesmo dispensar o uso de herbicidas (ALVARENGA *et al.*, 2003).

A liberação dos compostos alelopáticos das plantas de cobertura pode ocorrer por volatilização de substâncias provenientes das plantas; por lixiviação de toxinas solúveis em água, tanto da parte aérea como de tecidos subterrâneos, pela decomposição de tecidos vegetais e por exsudação do sistema radicular (NUNES; CARVALHO; NETTO, 2008).

Pesquisas desenvolvidas em laboratório têm mostrado os efeitos dos extratos aquosos e dos óleos essenciais sobre a germinação de diferentes espécies (TOKURA; NÓBREGA, 2002; PICCOLO *et al.*, 2007; BARBOSA; PIVELLO; MEIRELLES, 2008 ).

Sob condições naturais, os efeitos de aleloquímicos podem sofrer modificações, em função de a cobertura ser incorporada ou mantida na superfície do solo (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). A ação dos aleloquímicos depende da concentração, a incorporação dilui os aleloquímicos, podendo-se esperar que os resíduos colocados na superfície do solo, sejam a forma mais indicada para manejar a ação alelopática das culturas (REZENDE *et al.*, 2003).

Para se obter proveito dos aleloquímicos das coberturas mortas, é necessário que estes sejam liberados lentamente ao longo do tempo ou, pelo menos, até que as culturas atinjam o desenvolvimento suficiente para competir com as plantas daninhas (REZENDE *et al.*, 2003). Segundo Almeida (1991), os resíduos vegetais de decomposição rápida têm ação alelopática intensa, mas de curta duração.

Em regiões agrícolas, as espécies invasoras são consideradas os principais problemas de ordem bioeconômica com limitações à produtividade e rentabilidade do setor (SOUZA FILHO, 2011). As plantas de cobertura têm-se revelado alternativa viável para o controle de plantas invasoras, principalmente, em função da liberação de substâncias alelopáticas durante a decomposição dos resíduos vegetais ou à maior eficiência na competição com invasoras por recursos como água, luz e nutrientes (ESPINDOLA *et al.*, 2005; MACHADO, 2007).

Geralmente, as espécies invasoras levam vantagem na competição com culturas agrícolas. Isso ocorre, principalmente, devido ao melhoramento genético, que tem desenvolvido cultivares de pequeno porte, pouco crescimento vegetativo e elevado acúmulo de fotoassimilados em sementes, frutos, tubérculos e outras partes de interesse econômico. Frequentemente, esse acréscimo na produtividade econômica da espécie cultivada é acompanhado por decréscimo no potencial competitivo (PITELLI, 1985). De acordo com Silva *et al.* (2006), dentre os fatores que determinam a maior competitividade das plantas invasoras sobre as culturas, destacam-se seu porte e sua arquitetura, maior velocidade de germinação e estabelecimento da plântula, maior velocidade do crescimento e maior extensão do sistema radicular, menor suscetibilidade às intempéries climáticas e maior capacidade de produção e liberação de substâncias químicas com propriedades alelopáticas.

Neste contexto, a investigação de plantas com atividade alelopática pode representar excelente oportunidade para equacionar a incidência de plantas invasoras pela possibilidade de fornecer novas moléculas com potencial para compor novos produtos que possam substituir os atuais herbicidas (SOUZA FILHO; PEREIRA; BAYMA, 2005).

### **I.3.7 Rotação de culturas**

A viabilização do sistema plantio direto depende fundamentalmente da diversificação de espécies, caso contrário não haveria cobertura do solo suficiente para continuidade e sucesso dessa prática (SANTOS; REIS, 2003). Os solos cultivados com soja necessitam de sistemas de rotação de culturas, para manter o ambiente produtivo nos seus aspectos físicos, químicos e biológicos. Da mesma forma, o sistema de rotação de culturas viabiliza, auxilia ou aumenta a eficiência da prática da semeadura direta, conforme o ambiente em que for estabelecido (GAUDENCIO *et al.*, 2000).

A implantação de uma mesma espécie, durante anos seguidos, na mesma área, contribui para a redução da biodiversidade do solo. Desse modo, há desequilíbrio no ambiente, agravado pela presença constante da espécie ou de seus resíduos no local, dando maiores condições à permanência de insetos e patógenos na área. A maior exigência da cultura por determinados nutrientes é outro problema, pois a retirada constante dos mesmos nutrientes irá causar sua deficiência, obrigando o agricultor a utilizar cada vez mais fertilizantes, os quais, ao longo do tempo, causam danos ao solo, como salinização, compactação, entre outros (NUNES; CARVALHO; NETTO, 2008). Cabe lembrar o químico alemão Justus Von Liebig que, em 1840, criou a conhecida Lei do Mínimo, em que afirma que “o rendimento de uma safra será limitado pela deficiência de qualquer um dos nutrientes

essenciais, embora todos os outros estejam presentes em quantidades adequadas” (FERREIRA *et al.*, 2000).

Espécies produtoras de grande quantidade de palha e raiz, além de favorecerem o sistema de semeadura direta, a reciclagem de nutrientes e estabelecerem o aumento da proteção do solo contra a ação dos agentes climáticos, promovem a melhoria do solo nos seus atributos químicos, físicos e biológicos. Além disso, a diversificação do cultivo de espécies ameniza os problemas fitossanitários daquelas destinadas à produção de grãos. Também se constitui em processo auxiliar no controle de espécies invasoras ocorrentes na soja, principalmente, nos primeiros anos de implantação da semeadura direta (SARAIVA; TORRES, 2000). De acordo com Correia, Durigan e Klink (2006), a presença de palha sobre o solo, faz que sementes de espécies invasoras, mesmo aquelas depositadas na superfície, deparem-se com uma barreira física formada pela cobertura morta, resultando no seu esgotamento energético antes de a plântula alcançar a superfície e iniciar o processo fotossintético.

De acordo com Fernandes (2009), a utilização de cobertura vegetal, com o intuito de aumentar a fitomassa no solo, proporcionando melhorias na estrutura física e química, sua maior proteção, economia de água e redução na aplicação de herbicidas pode ser um fator decisivo para o futuro de uma agricultura sustentável e econômica. Essa prática ainda culmina com maior produtividade, já que proporciona melhores condições para o desenvolvimento vegetal (FIDELIS *et al.*, 2003; UCHINO *et al.*, 2009). Morris *et al.* (2009) verificaram aumento na velocidade de germinação de espécies oleaginosas quando semeadas sobre a palha de trigo. De acordo com estes autores, isso se deve ao isolamento térmico promovido pela deposição dos resíduos, diminuindo a variação da temperatura entre o período diurno e noturno.

As plantas utilizadas como cobertura deixam resíduos vegetais no solo, os quais ficam expostos a decomposição, um processo essencialmente biológico, sujeito à interferência de fatores como temperatura, pressão osmótica, tensão superficial, viscosidade, radiação, pH do solo, quantidade e qualidade dos nutrientes orgânicos disponíveis, bem como a atividade da água (CALEGARI, 2006). A formação de cobertura morta por espécies vegetais depende, ainda, do bom estabelecimento inicial das plantas, densidade populacional e da biomassa produzida (TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2007). O processo de decomposição está inversamente relacionado ao teor de lignina e à relação carbono/nitrogênio dos resíduos, ou seja, quanto maior a relação carbono/nitrogênio mais lenta se torna a decomposição dos resíduos e, ao final do processo, a qualidade da matéria orgânica do solo estará bem relacionada ao tipo da cultura predominante no sistema de cultivo (CALEGARI, 2006).

Portanto, um constante desafio é estabelecer esquemas de uso compatível, das espécies com os sistemas de produção específicos de cada região, nos diversos e variáveis talhões da propriedade, considerando aspectos ligados ao clima, solo, infraestrutura da propriedade e condições socioeconômicas do agricultor (CALEGARI, 2008). Dessa maneira é possível evitar a contínua sucessão soja/milheto ou soja/milho, pois esta prática induzirá ao aparecimento de problemas oriundos da ausência de uma verdadeira rotação de culturas (CORDEIRO, 1999). A prática da rotação de culturas, substituindo a sucessão soja-trigo, pode ser importante no controle de pragas, doenças e plantas invasoras, e como forma de manejo da fertilidade do solo, pela capacidade de reciclar os nutrientes minerais da camada arável e os que tenham percolado para horizontes abaixo dela (BORKERT *et al.*, 2003).

Algumas culturas liberam substâncias no solo que, acumuladas ao longo do tempo, tornam-se tóxicas para ela própria – autoalelopatia. Por esse motivo, a rotação de culturas é benéfica ao equilíbrio da biodiversidade no ambiente de cultivo. Em alguns casos, a cultura pode beneficiar ou prejudicar a cultura sucessora, devido à incidência de pragas e doenças e necessidades nutricionais em comum ou, ainda, por efeitos alelopáticos causados pela liberação de substâncias durante o ciclo da cultura anterior ou durante a decomposição de seus restos culturais (NUNES; CARVALHO; NETTO, 2008).

De acordo com estudos desenvolvidos em diversas regiões do país, existe influência dos resíduos culturais das coberturas vegetais deixadas na superfície do solo sobre as culturas semeadas em sucessão (MARODIM *et al.*, 1999). Trabalhos laboratoriais, desenvolvidos por Nóbrega *et al.* (2009), indicaram uma interferência negativa das coberturas vegetais na cultura da soja, com redução na emergência de plântulas de soja sob as coberturas de azevém, aveia preta e consórcio de aveia preta, nabo forrageiro e ervilhaca. Ainda, uma interferência negativa das plantas de cobertura no índice de velocidade de emergência, porcentagem de emergência em areia e massa fresca de hipocótilo das plântulas de soja. Corroborando Bortolini e Fortes (2005), que observaram interferência negativa do extrato aquoso de aveia preta sobre o tempo e velocidade média de germinação de sementes de soja.

Conforme Nunes, Carvalho e Netto (2008), a utilização de coberturas mortas, em que os restos vegetais permanecem na superfície do solo, o processo de decomposição é mais lento do que a utilização do material vegetal incorporado ao solo, tendo em vista que o solo sempre é mais úmido do que a palhada em sua superfície. Assim, os efeitos dessas substâncias persistem por mais tempo no solo e estão em maior concentração na superfície de contato entre a cobertura e o solo. A concentração de aleloquímicos é maior nesse local, e os efeitos sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas são mais acentuados. Logo, não se trata apenas de troca de uma cultura por outra, em anos

alternados, de forma aleatória. Na definição da sequência das culturas para a prática da rotação, é necessário o conhecimento dos efeitos de uma cultura sobre a outra.

Embora o fenômeno seja de difícil comprovação nas interações planta-planta, suas potenciais aplicações na agricultura têm atraído grande interesse, uma vez que reduções na produção vegetal, causadas por plantas invasoras ou resíduos de culturas anteriores podem, em alguns casos, ser atribuídas à alelopatia (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Algumas plantas de cobertura apresentam a capacidade de reduzir o crescimento de plantas próximas, pela liberação de substâncias químicas (aleloquímicos) no ambiente a partir de folhas, raízes e resíduos em decomposição (TAIZ; ZEIGER, 2004). Corroborando estes dados, Tokura e Nóbrega (2006) verificaram redução no desenvolvimento de plantas invasoras na presença das coberturas vegetais de inverno trigo, aveia preta, nabo forrageiro e colza. Assim, a utilização de produtos naturais provenientes de plantas destaca-se como alternativa para a formulação de herbicidas sintéticos, e, portanto, mais um elemento no manejo das plantas invasoras das culturas (FRANÇA *et al.*, 2008; UCHINO *et al.*, 2009).

Todavia, alguns resultados obtidos por Correia, Durigan e Klink (2006) mostraram maior emergência de espécies invasoras no maior nível de palha, sendo que se esperava o contrário ou, ao menos, uma similaridade de resposta entre os níveis. Embora a palha possa influenciar negativamente a germinação de sementes, também pode favorecer algumas espécies invasoras, pela redução na amplitude de variação térmica diária do solo, da conservação da umidade do solo ou, ainda, da melhoria química, física e biológica do solo, além da possível eliminação de substâncias alelopáticas, com a decomposição da cobertura morta, a qual poderia contribuir para a superação da dormência de sementes. Assim, nos maiores níveis de palha, as espécies invasoras seriam ainda mais beneficiadas, extraindo da palha vantagens adaptativas.

Deste modo, o manejo mais adequado para as espécies invasoras deve minimizar a competição com as plantas cultivadas, maximizar os benefícios das plantas invasoras no sistema e minimizar os efeitos nocivos no ambiente (COBUCCI; STEFANO; KLUTHCOUSKI, 2010). Resultados obtidos por Pereira e Velini (2003) mostraram maior eficiência do sistema plantio direto no controle cultural das espécies invasoras que os sistemas de cultivo mínimo e preparo convencional, reduzindo o número total de indivíduos e a diversidade da comunidade infestante. Ainda, a diversificação de cultivos (sucessão ou rotação), em que os restos culturais de um cultivo exercem efeitos alelopáticos/supressivos, sobre a biota nociva do outro, também é um método importante a ser considerado (COBUCCI; STEFANO; KLUTHCOUSKI, 2010).

Portanto, é necessário verificar o efeito promovido pela biomassa de coberturas vegetais e sua real contribuição para a cultura da soja e, em conjunto, favorecer a viabilização do sistema plantio direto e diminuição do impacto ambiental.

## I.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido sob condições de campo em dois anos agrícolas consecutivos 2009/2010 e 2010/2011:

### I.4.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado em uma propriedade agrícola localizada na região Oeste do Paraná, no município de Cascavel. A área está localizada a 24° 58' 37" de latitude S e 53° 19' 05" de longitude W, à altitude de 781 m. Destina-se à produção comercial de trigo e soja. A precipitação média anual é de 1.670 mm, e a temperatura média máxima e mínima anual é de 31,47°C e 9,52°C, respectivamente (SIMEPAR, 2011). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2006).

A área da pesquisa foi cultivada sob plantio direto com sucessão das culturas soja/trigo desde o início da década de 90.

Após definição da área experimental, foi realizada capina manual para remoção dos restos culturais.

### I.4.2 Coleta e análise do solo

Anterior à implantação do experimento foram retiradas cinco amostras simples da área experimental. As amostras foram coletadas com trado, à profundidade de 0-20 cm, colocadas em balde plástico e homogeneizadas, formando uma amostra composta de solo, e encaminhadas para análise química e granulométrica em laboratório (Tabela I.1).

**Tabela I.1** Características químicas e granulométrica do Latossolo Vermelho Distroférico típico da área experimental, antes da implantação do experimento. Cascavel, PR

| Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |      |      | g dm <sup>-3</sup> |      | mg dm <sup>-3</sup> |       | CaCl <sub>2</sub> | %   | Granulometria (%) |       |       |        |
|------------------------------------|------|------|--------------------|------|---------------------|-------|-------------------|-----|-------------------|-------|-------|--------|
| Ca                                 | Mg   | K    | H+Al               | SB   | CTC                 | MO    | P                 | pH  | V                 | areia | silte | argila |
| 4,71                               | 2,36 | 0,75 | 0,00               | 7,82 | 14,03               | 48,07 | 9,4               | 5,1 | 55,74             | 17,5  | 22,5  | 60,0   |

**Nota:** Análise realizada no Laboratório Solanálise, de acordo com a metodologia de APHA, AWWA & WEF (1998).

De acordo com o valor obtido de V% (Tabela I.1), foi necessária a aplicação de calcário. Com auxílio de distribuidor, foi adicionado 2,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário calcítico comercial

[PRNT = 90% (55% CaO e 5% MgO)], 30 dias antes da semeadura das coberturas vegetais, para elevação do teor de saturação de bases para 70%.

Após colheita da soja na safra 2009/2010 e 2010/2011 foram coletadas novas amostras em cada parcela, de cada tratamento.

#### **I.4.3 Implantação das coberturas vegetais e avaliação de componentes de produção**

As coberturas vegetais, braquiária, estilosantes e o consórcio das duas espécies, foram semeadas nos dias 14 e 15 de agosto de 2009 e 2010, respectivamente. As sementes foram pesadas, conforme as densidades pré-estabelecidas, e semeadas em cada parcela com um distribuidor manual de sementes de hortaliças da marca Outils WOLS, modelo ECM Semeador Multi-Star. As parcelas foram demarcadas com 3,5 m x 4,5 m, tendo área útil de 8,75 m<sup>2</sup>.

Aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS) da cobertura vegetal foi avaliada a incidência de espécies de plantas invasoras folha larga e folha estreita nas parcelas, pelo lançamento do quadro de madeira de 0,5 m de lado (0,25 m<sup>2</sup>), o qual foi arremessado dentro de cada parcela, a fim de contabilizar o número de espécies invasoras na área determinada. Foram quatro repetições em cada parcela, realizando-se ainda a separação das espécies em folha larga e folha estreita. Posteriormente, os valores encontrados em cada lançamento do quadro foram transformados em plântulas m<sup>-2</sup>, para obtenção da média por parcela.

Aos 30, 60 e 90 DAS da cobertura vegetal, também foi avaliada a porcentagem de cobertura do solo, pelo método de interseções (ALVARENGA, 1993). O método consiste no lançamento aleatório do quadrado de madeira com 0,25 m<sup>2</sup> com rede de fios de algodão espaçados de 5 cm. A interseção entre dois fios perpendiculares define um ponto e representa uma área, conforme o espaçamento adotado. Conta-se, então, o número de interseções que estão sobre a vegetação. O somatório desses pontos, que significa o somatório das áreas que esses pontos representam, em relação à área total dos pontos do conjunto, fornece a porcentagem de cobertura do solo a fim de avaliar a porcentagem de cobertura vegetal da área.

Aos 90 DAS da cobertura vegetal foi amostrada a parte aérea das plantas em quatro repetições de 0,25 m<sup>2</sup> de cada parcela. As plantas foram cortadas à altura do colo, colhidas, identificadas e levadas ao Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas (LASP) do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), para separação das plantas de cobertura (braquiária e estilosantes), espécies de plantas invasoras (folha larga e folha estreita) e determinação da massa fresca.



Posteriormente, as amostras foram redistribuídas de forma homogênea nas parcelas correspondentes.

No mesmo período (90 DAS), foi realizado o corte e distribuição da cobertura vegetal de forma homogênea em cada parcela.

A zero, 50 e 80 DAS da cultura da soja foi realizada a avaliação da persistência da cobertura vegetal em quatro amostras de 0,25 m<sup>2</sup> de cada parcela. O material vegetal contido no interior do quadro foi levado para o LASP, pesado, e, em seguida, redistribuído em suas devidas parcelas.

#### **I.4.4 Implantação da cultura da soja e avaliação de componentes de produção**

Após 20 dias do corte das plantas de cobertura foi realizada a semeadura (início de dezembro de 2009 e 2010) da soja cultivar CD 215, utilizando semeadora-adubadora John Dheere, de sete linhas, com 300 kg ha<sup>-1</sup> de adubo 2-20-20 no sulco da semeadura. Cada parcela foi constituída por sete linhas de soja com 4,5 m de comprimento e espaçamento entrelinhas de 0,45 m, densidade de 14 sementes por metro, perfazendo área total de 15,75 m<sup>2</sup> e área útil de 8,75 m<sup>2</sup>.

Após a implantação da cultura foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE). As avaliações foram iniciadas a partir do 4º dia após semeadura, até que fosse obtida leitura constante, sendo consideradas como emergidas as plântulas com liberação do cotilédone, conforme Maguire (1962), utilizando a fórmula:

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n,$$

em que:

$E_n$  = número de plântulas normais computadas até as contagens;

$N_n$  = número de dias da semeadura até as contagens.

Também foi determinada a velocidade de emergência (VE), segundo Edmond e Drapala (1958) *apud* Nakagawa (1999), utilizando a fórmula:

$$VE = N_1E_1 + N_2E_2 + \dots N_nE_n / E_1 + E_2 + \dots$$

em que:

$E_n$  = número de plântulas normais computadas até a última contagem;

$N_n$  = número de dias da semeadura até a última contagem.

Aos 35, 70 e 105 DAS da soja, foram avaliadas a altura da soja e a incidência de espécies invasoras na cultura.

A altura de plantas foi avaliada pela distância do solo até o meristema apical da haste principal, medida em dez plantas de soja, escolhidas aleatoriamente, em cada

parcela, de cada tratamento. A incidência de espécies invasoras na cultura foi avaliada com um quadro de 0,25 m<sup>2</sup>, o qual foi arremessado em cada parcela, para contabilizar o número de espécies invasoras em quatro amostras.

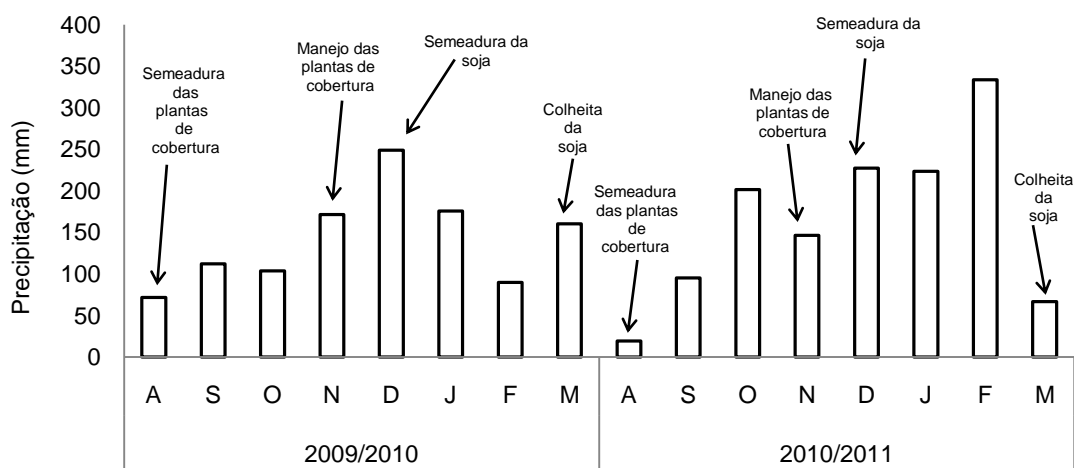
Ao término do ciclo da soja foi realizada a colheita manual de cada parcela, pelo arranquio das plantas posicionadas nas linhas úteis, no estágio de maturação fisiológica (R8), respeitando-se uma bordadura de 1 m. As sementes colhidas foram embaladas, identificadas e levadas ao LASP, para determinação da produtividade, estabelecida em kg ha<sup>-1</sup>, após ajuste para umidade a 13%.

Os tratos culturais na cultura constituíram-se de capinas manuais aos 20 e 40 dias após sementeira (DAS). Foram realizadas aplicações do inseticida Metamidaphos (Tamarom) na dose 0,8 L ha<sup>-1</sup> e do fungicida Piraclostobina + Epoxiconazole (Opera) na dose 0,5 L ha<sup>-1</sup> aos 65, 80 e 95 DAS, necessidade estabelecida de acordo com avaliações periódicas na lavoura.

Durante o período de experimento 2009 a 2011, a sequência de culturas adotada para estabelecer a rotação foi plantas de cobertura/soja/trigo, sendo avaliadas as plantas de cobertura e a cultura da soja.

#### I.4.5 Dados climatológicos durante o período experimental

No ano agrícola 2009/2010, a menor precipitação observada durante o ciclo das culturas de cobertura, foi no mês de agosto (71,6 mm) (Figura I.1). Durante o ciclo da soja, a menor precipitação ocorreu no mês de fevereiro (90 mm) e total de 675 mm.

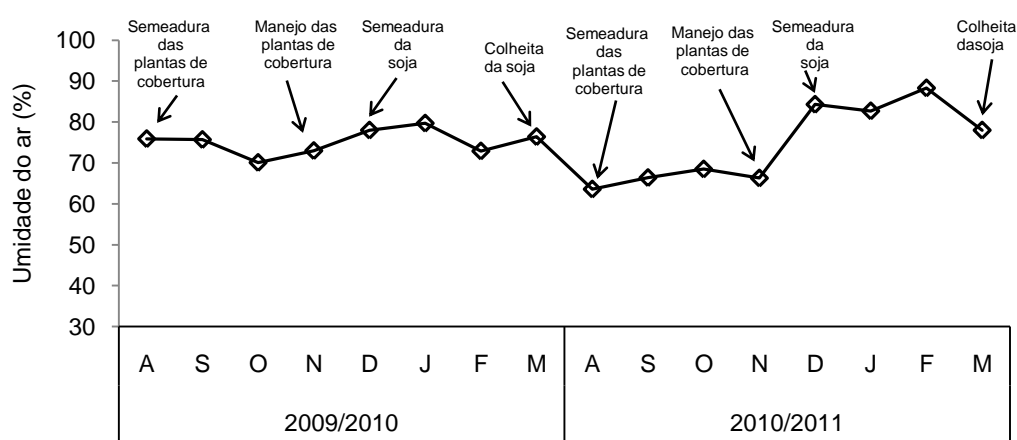


**Figura I.1** Médias mensais de precipitações pluviométricas (mm), ocorridas durante o experimento nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR.

Em 2010/2011, durante o ciclo das culturas de cobertura, a menor precipitação ocorreu no mês de agosto (19,2 mm) (Figura I.1). Durante o ciclo da soja, observou-se menor precipitação no mês de março (66,8 mm) e total de 851,4 mm.

Segundo Embrapa (2003), a precipitação ideal para o desenvolvimento da soja está entre 450 - 800 mm ciclo.

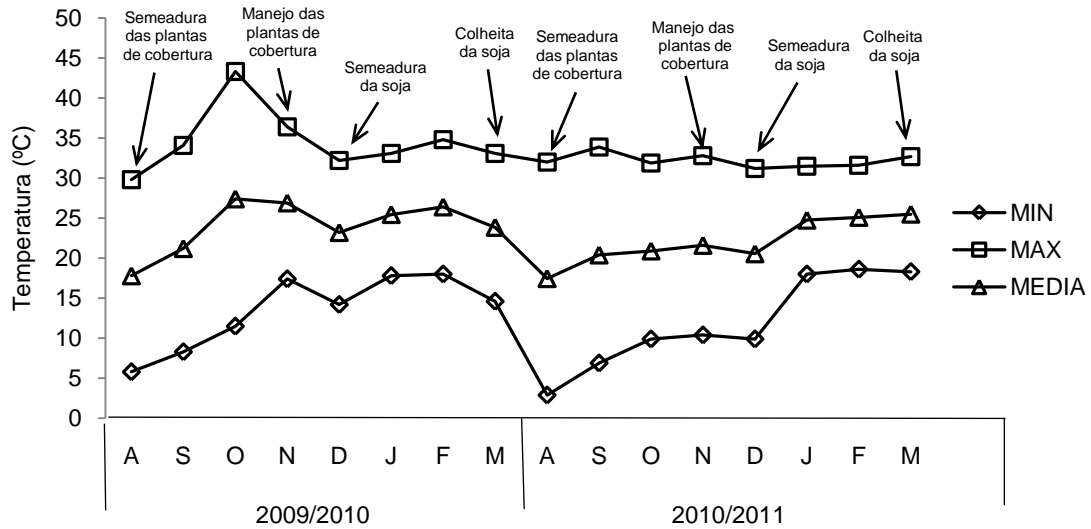
Durante o ciclo das culturas de cobertura, em 2009/2010, a média de umidade do ar foi de 73,7%, enquanto para a cultura da soja, a média observada foi de 76,7% (Figura I.2). No ano seguinte (2010/2011), durante o ciclo das coberturas vegetais, a média foi de 66,17%, enquanto para a cultura da soja, foi de 83,3%.



**Figura I.2** Médias mensais de umidade do ar (%), ocorridas durante o experimento nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR.

No primeiro ano agrícola (2009/2010), durante o ciclo das plantas de cobertura, as temperaturas mínima e máxima foram de 5,8 e 43,3°C, nos meses de agosto e outubro, respectivamente; a temperatura média observada neste período foi de 24,5 °C (Figura I.3). Durante o ciclo da cultura da soja, as temperaturas mínima e máxima foram de 14,2 e 34,8 °C nos meses de dezembro e fevereiro, respectivamente; a temperatura média foi de 24,5°C.

No ano seguinte (2010/2011) as temperaturas foram mais amenas (Figura I.3). Durante o ciclo das plantas de cobertura, as temperaturas mínima e máxima foram de 2,9 e 33,9 °C nos meses de agosto e setembro, respectivamente; a temperatura média neste período foi de 18,4 °C. Durante o ciclo da soja, a temperatura mínima e máxima foram de 9,9 e 32,7 °C nos meses de dezembro e março, respectivamente; a média observada foi de 21,3°C.



**Figura I.3** Temperaturas mínima, máxima e média, ocorridas durante o experimento nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR.

#### I.4.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 tratamentos (testemunha em pousio, braquiária 10 kg ha<sup>-1</sup>, braquiária 15 kg ha<sup>-1</sup>, braquiária 20 kg ha<sup>-1</sup>; estilosantes 3 kg ha<sup>-1</sup>, estilosantes 4,5 kg ha<sup>-1</sup>, estilosantes 6 kg ha<sup>-1</sup>, consórcio 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup>, consórcio 15 + 4,5 kg ha<sup>-1</sup> e consórcio 20 + 6 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco repetições, totalizando 50 parcelas.

Os dados foram submetidos à análise exploratória para verificação da normalidade e homogeneidade pelo *software* Minitab® 14 e, em seguida foi realizada à análise de significância da regressão a 5% de probabilidade, para identificar o modelo significativo de maior grau de regressão com ajuste aos dados, pelo *software* Sisvar® (FERREIRA, 2000).

Os dados em porcentagem foram transformados em  $\arcseno \sqrt{\frac{x}{100}}$ , e os que não apresentaram distribuição normal foram submetidos à transformação de  $\sqrt{x}$ , conforme Banzatto e Kronka (1992). Para dados significativos adicionou-se linha de tendência e equação da regressão, conforme o modelo; para dados não significativos (ns), foram apresentados apenas os valores médios plotados.

O coeficiente de variação (CV) foi classificado segundo critérios estabelecidos por Pimentel Gomes (2000).

## I.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### I.5.1 Análise química de solo – Ano agrícola 2009/2010 e 2010/2011

As médias para fertilidade do solo são apresentadas na Tabela I.2, sem análise estatística, somente para caracterização química da área experimental após cultivo da soja.

**Tabela I.2** Caracterização química do solo na camada de 0-20 cm, após cultivo da soja, nas respectivas densidades de semeadura ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para os anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR

| Cultura de cobertura | 2009/2010                       |      |      |      |       |                    |       |                     |     |                 |   |
|----------------------|---------------------------------|------|------|------|-------|--------------------|-------|---------------------|-----|-----------------|---|
|                      | $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ |      |      |      |       | $\text{g dm}^{-3}$ |       | $\text{mg dm}^{-3}$ |     | $\text{CaCl}_2$ | % |
|                      | Ca                              | Mg   | K    | H+Al | SB    | CTC                | MO    | P                   | pH  | V               |   |
| Testemunha           | 4,56                            | 1,85 | 0,40 | 7,76 | 6,81  | 14,57              | 46,65 | 10,60               | 4,8 | 46,74           |   |
| Braquiária 10        | 5,89                            | 2,18 | 0,43 | 6,21 | 8,50  | 14,71              | 48,38 | 10,60               | 5,1 | 57,78           |   |
| Braquiária 15        | 6,44                            | 2,45 | 0,43 | 5,35 | 9,32  | 14,67              | 50,14 | 10,35               | 5,3 | 63,53           |   |
| Braquiária 20        | 6,41                            | 2,39 | 0,58 | 5,35 | 9,38  | 14,73              | 50,14 | 8,70                | 5,4 | 63,68           |   |
| Estilosantes 3       | 6,23                            | 2,62 | 0,50 | 5,35 | 9,35  | 14,70              | 50,14 | 5,95                | 5,1 | 63,61           |   |
| Estilosantes 4,5     | 6,18                            | 2,46 | 0,40 | 5,35 | 9,04  | 14,39              | 46,65 | 5,20                | 5,2 | 62,82           |   |
| Estilosantes 6       | 5,65                            | 2,04 | 0,45 | 6,21 | 8,14  | 14,35              | 50,14 | 11,70               | 5,1 | 56,72           |   |
| Consórcio 3+10       | 5,50                            | 2,47 | 0,45 | 7,62 | 8,42  | 15,62              | 51,88 | 17,65               | 4,8 | 53,91           |   |
| Consórcio 4,5+15     | 6,72                            | 2,83 | 0,50 | 5,76 | 10,05 | 15,81              | 53,63 | 10,75               | 5,2 | 63,57           |   |
| Consórcio 6+20       | 6,47                            | 2,79 | 0,45 | 5,76 | 9,71  | 15,47              | 53,63 | 9,10                | 5,2 | 62,77           |   |
| 2010/2011            |                                 |      |      |      |       |                    |       |                     |     |                 |   |
| Testemunha           | 5,30                            | 2,00 | 0,53 | 5,76 | 7,83  | 13,59              | 48,38 | 10,60               | 5,2 | 57,62           |   |
| Braquiária 10        | 5,98                            | 2,63 | 0,43 | 4,96 | 9,04  | 14,00              | 45,15 | 8,10                | 5,5 | 64,57           |   |
| Braquiária 15        | 5,50                            | 2,16 | 0,40 | 5,76 | 8,06  | 13,82              | 50,14 | 5,75                | 5,2 | 58,32           |   |
| Braquiária 20        | 6,17                            | 2,60 | 0,38 | 4,96 | 9,15  | 14,11              | 50,14 | 7,05                | 5,5 | 64,85           |   |
| Estilosantes 3       | 6,37                            | 2,20 | 0,48 | 4,96 | 9,05  | 14,01              | 50,14 | 15,05               | 5,5 | 64,60           |   |
| Estilosantes 4,5     | 5,20                            | 2,08 | 0,45 | 6,21 | 7,73  | 13,94              | 48,38 | 9,25                | 5,2 | 55,45           |   |
| Estilosantes 6       | 6,01                            | 2,24 | 0,48 | 5,35 | 8,73  | 14,08              | 45,15 | 10,25               | 5,5 | 62,00           |   |
| Consórcio 3+10       | 5,32                            | 2,22 | 0,38 | 5,76 | 7,92  | 13,68              | 51,88 | 7,45                | 5,3 | 57,89           |   |
| Consórcio 4,5+15     | 5,39                            | 2,26 | 0,48 | 5,76 | 8,13  | 13,89              | 53,63 | 8,75                | 5,2 | 58,53           |   |
| Consórcio 6+20       | 6,30                            | 2,55 | 0,55 | 4,61 | 9,40  | 14,01              | 51,15 | 15,05               | 5,6 | 67,09           |   |

**Nota:** Análise realizada no Laboratório Solanálise, de acordo com a metodologia de APHA, AWWA & WEF (1998).

Conforme classificação de Costa e Oliveira (1998), o solo da área experimental, após a colheita da soja (2009/2010 e 2010/2011), apresentava valores considerados altos para a maioria dos elementos (Ca, K, H + Al, SB e MO) (Tabela I.2).

O teor de MO foi maior na cobertura com consórcio de plantas, nos dois anos agrícolas, atingindo teor de  $53,63 \text{ g dm}^{-3}$  nos tratamentos de 4,5 + 15 e 6 + 20, no ano agrícola 2009/2010, e  $53,63 \text{ g dm}^{-3}$  no consórcio 4,5 + 15 no ano agrícola 2010/2011. Este valor é 10,4% maior que o obtido na análise para a caracterização da área ( $48,07 \text{ g dm}^{-3}$ ) (Tabela I.1), porém, o aumento no teor de matéria orgânica ocorre de maneira gradual e seus benefícios são visualizados ao longo dos anos (LOPES *et al.*, 2004).

No presente estudo, o aumento da matéria orgânica nas parcelas com consórcio de plantas pode estar relacionado ao incremento de N, principalmente em função da leguminosa (ANDREOLA *et al.*, 2000), associado à grande quantidade de biomassa vegetal, típica das poáceas, capazes de manter e/ou aumentar o teor de matéria orgânica (PENTEADO, 2007). Para Franco e Campello (2005), espécies eficientes na disponibilização de nitrogênio poderão atuar aumentando o conteúdo de matéria orgânica do solo. Além disso, a utilização de espécies não-leguminosas, como foi verificada no consórcio, pode amenizar perdas de N, mediante a imobilização temporária deste nutriente em sua biomassa (ANDREOLA *et al.*, 2000).

Observa-se que a testemunha, a qual permaneceu em pousio, apresentou baixos valores de V% e pH, enquanto que nas demais parcelas, com as coberturas braquiária, estilosantes e consórcio, os valores de V% e pH foram classificados como médios (COSTA; OLIVEIRA, 1998).

Possivelmente, a baixa saturação por bases (V%) observada na testemunha tenha ocorrido em função da ausência das plantas de cobertura, as quais apresentam a capacidade de favorecer as características químicas do solo. As áreas mantidas sem cobertura vegetal são as mais predispostas aos efeitos desfavoráveis das precipitações excessivas e, certamente, às perdas de solo e nutrientes por erosão e lixiviação (CALEGARI, 2008). Conforme Lopes *et al.* (2004), a saturação por bases é um parâmetro utilizado para separar solos considerados férteis (V% >50) de solos de menor fertilidade (V% <50). Portanto, pode-se inferir que o solo da testemunha é considerado de menor fertilidade quando comparado com as demais parcelas com plantas de cobertura.

A amostragem de solo para a caracterização da área experimental (Tabela I.1), indicou acidez com baixa saturação por bases (55,74%). Logo, foi realizada aplicação de 2,5 t ha<sup>-1</sup> calcário calcítico comercial na superfície do solo.

Entretanto, a caracterização química para os anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011 (Tabela I.2) continuou apresentando valores de pH ácido, com valores abaixo de 5,4 e 5,6 nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente. Para Ferreira *et al.* (2000), a aplicação de calcário na superfície mostrou ser uma técnica alternativa eficiente em relação à incorporação no solo, para o controle dos fatores da acidez nas áreas de lavouras cultivadas sob sistema plantio direto. Contudo, no presente estudo, a quantidade de calcário aplicado, nas condições ambientais dos anos agrícolas avaliados, não foi suficiente para corrigir o teor de acidez anteriormente diagnosticado.

Considerando o valor inicial de 5,1 para pH, observa-se valores que indicam aumento e valores menores ainda (4,8). Essa variação pode ser considerada normal, devido à influência dos locais de onde foram retiradas as amostras e por ser considerada a área como homogênea. Se calculada a média de pH no ano 2009/2010 de 4,9 e 2010/2011 de

5,3, excluindo-se a testemunha as médias passam para 5,1 (2009/2010) e 5,4 (2010/2011), o que revela aumento de pH proporcionado pelas plantas de cobertura, acima das médias da testemunha (4,8 e 5,2) a qual recebeu apenas calcário.

Lopes *et al.* (2004) destacaram a importância de entender os mecanismos envolvidos na movimentação de calcário em solo sob sistema plantio direto em relação aos solos sob cultivo convencional. O manejo da calagem em áreas sob sistema plantio direto necessita de mais estudos, cabendo averiguar o método de cálculo da necessidade de calagem, os níveis críticos de saturação por bases em áreas com maior acúmulo de matéria orgânica no solo, o papel da matéria orgânica em complexar o Al e os efeitos de gesso em solos sob sistema plantio direto de diferentes regiões brasileiras.

### **I.5.2 Avaliações realizadas na cobertura vegetal – Ano agrícola 2009/2010 e 2010/2011**

A precipitação pluvial registrada durante o ano agrícola 2009/2010 para as coberturas vegetais (Figura I.1), foi favorável à emergência e crescimento vegetativo; entretanto, as temperaturas máximas entre setembro e outubro foram acima de 35 °C (Figura I.3), o que pode ter prejudicado o desenvolvimento das plantas. Para o ano agrícola 2010/2011 ocorreu restrição hídrica entre o período de semeadura e emergência, limitando o desenvolvimento inicial. Porém, no decorrer do ciclo ocorreu estabilização das chuvas e as plantas de cobertura tiveram desenvolvimento satisfatório.

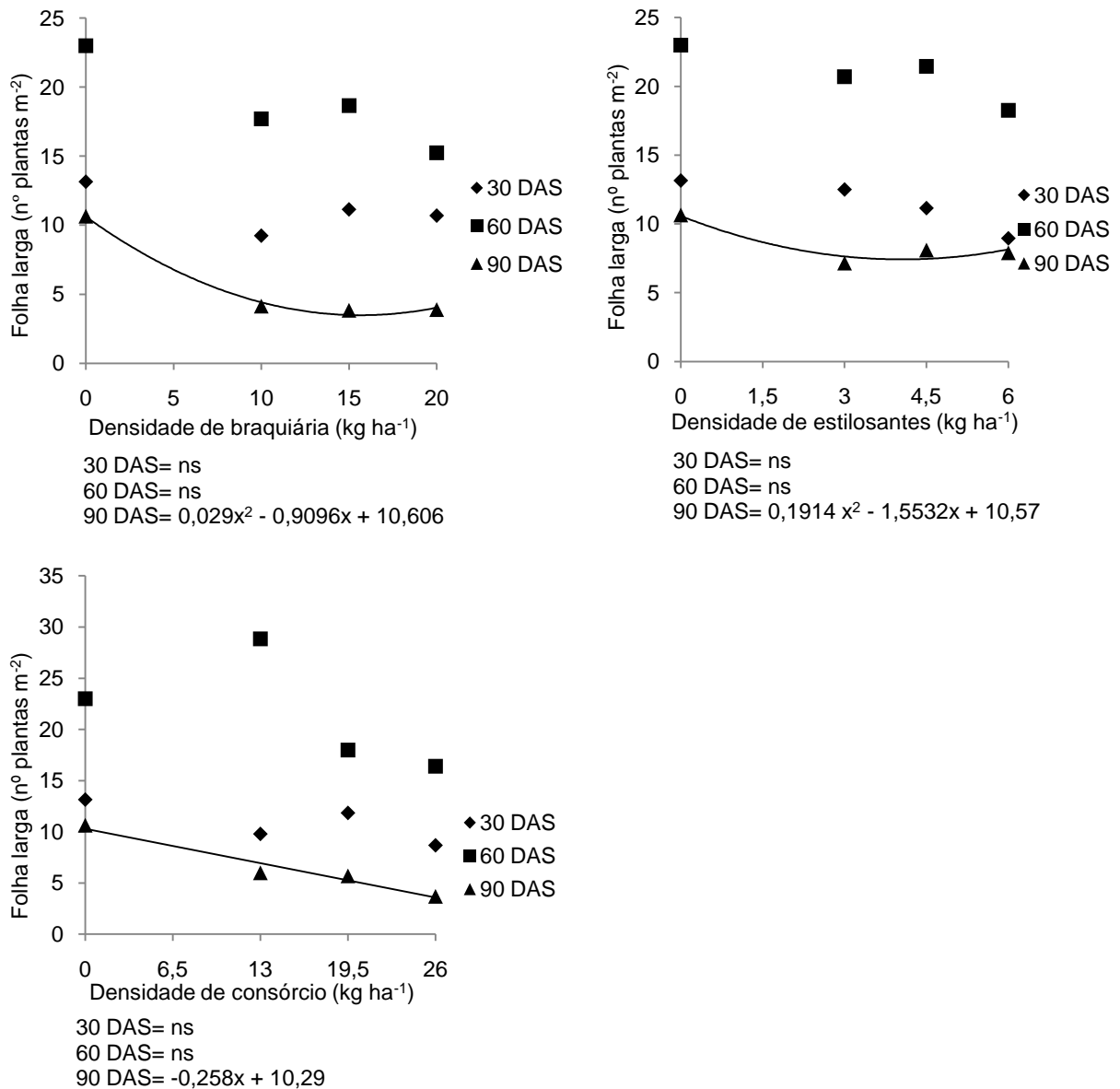
Na Figura I.4 são apresentados os resultados da incidência de plantas invasoras folha larga (2009/2010), em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio sobre a incidência de plantas invasoras folha larga somente no período 90 DAS.

Para a cobertura braquiária, verificou-se aos 90 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,99%. A incidência de plantas invasoras folha larga apresentou tendência decrescente com valor mínimo de 4 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 15,51  $kg\ ha^{-1}$ .

Logo, a incidência de plantas invasoras folha larga apresentou redução com o aumento da densidade de semeadura de braquiária. Segundo Oliveira *et al.* (2001), a redução de plantas invasoras está diretamente relacionada aos níveis de palha presentes no campo. Estudo desenvolvido pelos autores indica redução de, aproximadamente, 4% no

total de invasoras para cada tonelada de palha de milho adicionada. Em experimento desenvolvido por Favero *et al.* (2001), verificaram-se resultados semelhantes aos do presente estudo, com maior incidência de plantas invasoras entre plantas de cobertura com menor capacidade de recobrimento do solo.



**Figura I.4** Incidência de plantas invasoras folha larga (nº plantas m<sup>-2</sup>), em função da densidade de sementeira das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após sementeira (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.

Para a cobertura estilosantes, aos 90 DAS, verificou-se que os dados da incidência de plantas invasoras folha larga se ajustaram significativamente a uma equação de regressão do 2º grau cujo coeficiente de determinação explica que o efeito das densidades de sementeira da cobertura sobre a variável analisada foi da ordem de 0,90%. A incidência



de plantas invasoras folha larga apresentou valor mínimo de 7 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 4,05  $kg\ ha^{-1}$ .

Assim, houve redução na incidência de plantas invasoras folha larga com o aumento da densidade de semeadura de estilosantes. Mauli *et al.* (2011) observaram menor incidência de plantas invasoras nos tratamentos com maior porcentagem de cobertura vegetal, o que condiz com os resultados obtidos neste experimento, em que os menores números de invasoras foram verificados no período 90 DAS, quando, possivelmente, tenha ocorrido maior porcentagem de cobertura do solo.

Para a cobertura consórcio, o melhor ajuste dos dados foi observado para o modelo linear, no qual o efeito das densidades de semeadura foi explicado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,95%. Em função do modelo obtido, com tendência decrescente, foi possível estimar que a incidência de plantas invasoras, no período 90 DAS, é igual a zero quando sob a densidade de 38,75  $kg\ ha^{-1}$  de sementes do consórcio.

Deste modo, a incidência de plantas invasoras folha larga apresentou redução com o aumento da densidade de semeadura de consórcio. De acordo com Skóra, Passini e Rodrigues (2006), plantas de cobertura com maior capacidade de formação de palha promovem maior produção e liberação de aleloquímicos que irão determinar a incidência de plantas invasoras. No presente estudo, a incidência de plantas invasoras folha larga na cobertura consórcio apresentou tendência decrescente com aumento da densidade de semeadura, confirmando os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2001).

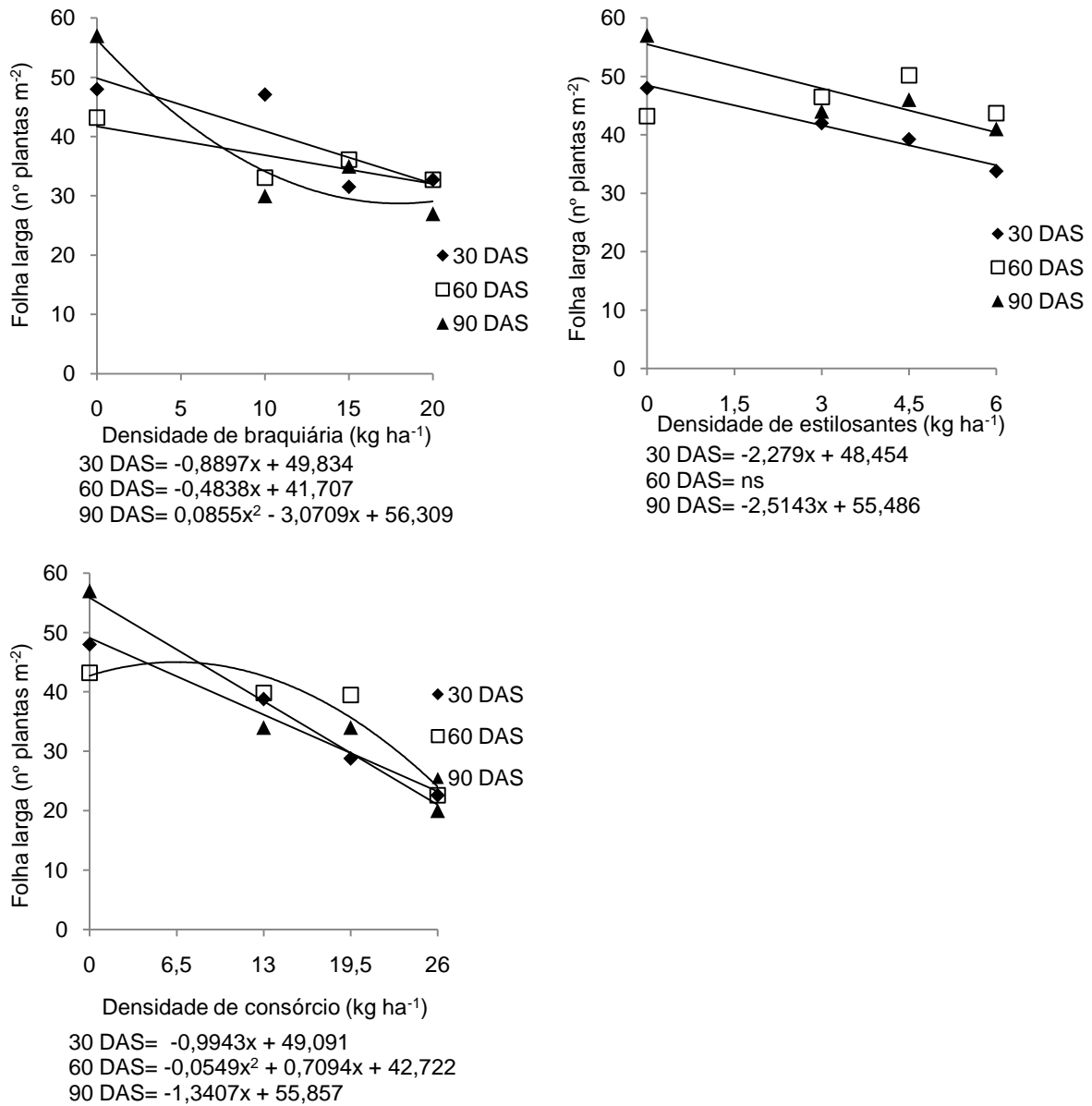
Diante disso, é possível inferir que houve maior controle na incidência de plantas invasoras sob a cobertura consórcio (3 plantas  $m^{-2}$ , na densidade 26  $kg\ ha^{-1}$ ), quando comparadas às coberturas braquiária e estilosantes (4 e 7 plantas  $m^{-2}$ , nas densidades 15,51 e 4,05  $kg\ ha^{-1}$ , respectivamente). Resultados semelhantes foram obtidos por Mauli *et al.* (2011), os quais verificaram redução do número de plantas invasoras com o aumento da massa das plantas de cobertura, aveia preta solteira e consórcio de aveia preta + ervilhaca comum + nabo forrageiro, na cultura da soja.

Na Figura 1.5 são apresentados os resultados da incidência de folha larga (2010/2011) em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e consórcio sobre a incidência de plantas invasoras folha larga aos 30, 60 e 90 DAS, enquanto que, para estilosante foi observada significância nos períodos 30 e 90 DAS.

Para a cobertura braquiária, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades

de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,72%. Conforme o modelo obtido, para a densidade de 20 kg ha<sup>-1</sup> foi obtido valor mínimo de 32 plantas m<sup>-2</sup>.



**Figura I.5** Incidência de plantas invasoras folha larga (nº plantas m<sup>-2</sup>), em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011.

Aos 60 DAS observou-se melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,72%. Semelhante ao que foi observado na avaliação anterior, a incidência de plantas invasoras folha larga apresentou valor de 32 plantas m<sup>-2</sup>, para a densidade de 20 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 90 DAS os dados da incidência de plantas invasoras se ajustaram significativamente a uma equação de regressão do 2º grau cujo coeficiente de determinação explica que a densidade de semeadura de braquiária sobre a variável analisada foi da ordem de 0,90%. A incidência de plantas invasoras folha larga apresentou valor mínimo de 29 plantas por  $m^{-2}$ , para a densidade de  $18 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Para a cobertura estilosantes, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,98%. Neste período, de acordo com o modelo obtido, a incidência de plantas invasoras folha larga apresentou valor mínimo de 35 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de  $6 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Aos 90 DAS, o melhor ajuste dos dados foi verificado para o modelo linear, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,90%, o qual apresenta a incidência de plantas invasoras folha larga com valor de 40 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de  $6 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Portanto, observa-se alta incidência de plantas invasoras folha larga na cobertura estilosantes, possivelmente em decorrência da baixa cobertura de solo proporcionada pela leguminosa. Segundo Alvarenga *et al.* (2003), áreas com baixa cobertura vegetal facilitam a emergência de plantas invasoras.

Na cobertura consórcio, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo linear. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica que, neste período, 97% da incidência de plantas invasoras folha larga podem ser atribuídos às densidades de semeadura da cobertura vegetal, quando foi obtido valor mínimo de 23 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de  $26 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Aos 60 DAS, o melhor ajuste dos dados foi verificado para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,90%. Neste período, a incidência de plantas invasoras folha larga apresentou valor máximo de 45 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de  $6,46 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Aos 90 DAS, o melhor ajuste dos dados foi verificado para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,94%. A incidência de plantas invasoras folha larga apresentou valor mínimo de 21 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de  $26 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Portanto, é possível inferir que houve maior controle na incidência das plantas invasoras folha larga sob a cobertura consórcio, quando comparada com as coberturas braquiária e estilosantes. Ainda, pode-se verificar redução do número de plantas invasoras com aumento da densidade de semeadura do consórcio. Para Fleck, Machado e Souza (1984), a utilização de consórcio proporciona cobertura mais completa do solo diminuindo a incidência de plantas invasoras, confirmando os resultados obtidos no presente estudo.

Segundo Souza Filho, Alves e Dutra (2002), as espécies de poáceas e leguminosas (as quais constituem o consórcio) apresentam influência na germinação e no desenvolvimento das plântulas de espécies invasoras, aspecto importante do ponto de vista ecológico, pois estabelece diminuição no número de plantas indesejáveis na área, e, conseqüentemente, diminuição de competição, favorecendo o estabelecimento da cobertura vegetal.

Deste modo, a incidência de plantas invasoras folha larga nas coberturas braquiária, estilosantes e consórcio apresenta as menores médias no período 90 DAS, nas maiores densidades de semeadura.

Na Figura 1.6 são apresentados os resultados da incidência de plantas invasoras folha estreita (2009/2010), em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e consórcio sobre a incidência das plantas invasoras folha estreita aos 60 e 90 DAS, porém, para o estilosantes foi observada significância apenas no período 90 DAS.

Na cobertura braquiária, verificou-se aos 60 DAS o melhor ajuste dos dados para o modelo linear. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica que 68% da incidência de plantas invasoras folha estreita podem ser atribuídos às densidades de semeadura da planta de cobertura. Neste período, houve redução da incidência de plantas invasoras com aumento da densidade de semeadura, apresentando 7 plantas  $m^{-2}$ , na densidade 20  $kg\ ha^{-1}$ .

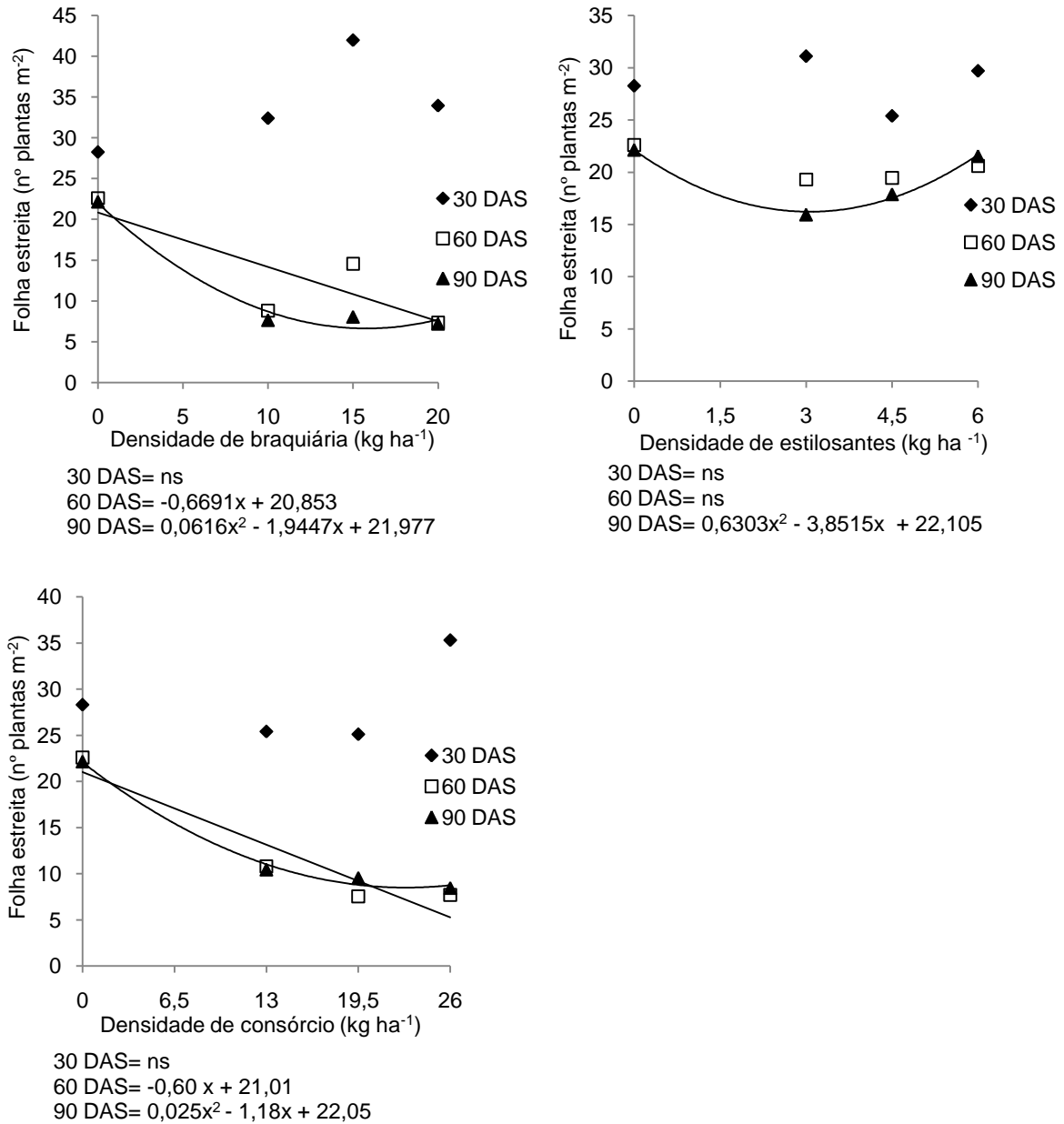
Aos 90 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,98. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou tendência decrescente com valor mínimo de 7 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 15,90  $kg\ ha^{-1}$ .

Logo, houve redução na incidência de plantas invasoras folha estreita com o aumento da densidade de semeadura de braquiária.

Segundo Correia, Centurion e Alves (2005), a redução na incidência de plantas invasoras pode ser consequência dos resíduos vegetais mantidos na superfície do solo, que podem alterar fatores que atuam no controle da dormência e germinação das sementes, como umidade, temperatura e luminosidade. Além disso, deve-se considerar o efeito da alelopatia, já que a persistência dos efeitos alelopáticos de coberturas vegetais é bastante variável, dependendo da espécie e do manejo do solo (TOKURA; NÓBREGA, 2005). Neste experimento, a análise da incidência de folha estreita entre as plantas de cobertura, permite inferir que o efeito alelopático decorrente dos resíduos vegetais ainda pode variar em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura.

Para a cobertura estilosantes, verificou-se aos 90 DAS o melhor ajuste do dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica que, neste período,

99% da incidência de plantas invasoras folha estreita podem ser atribuídos às densidades de semeadura de estilosantes. O número das plantas invasoras apresentou tendência decrescente, com valor mínimo de 16 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 3,05  $kg\ ha^{-1}$ .



**Figura I.6** Incidência de plantas invasoras folha estreita (nº de plantas  $m^{-2}$ ), em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.

Para a cobertura consórcio, verificou-se aos 60 DAS melhor ajuste do dados para o modelo linear com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,89%. Observa-se tendência decrescente do número de plantas invasoras com o aumento da densidade de semeadura, obtendo-se 5 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade 26  $kg\ ha^{-1}$ .

Aos 90 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,99. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou tendência decrescente com valor mínimo de 8 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 23,6  $kg\ ha^{-1}$ .

Portanto, a incidência de plantas invasoras folha estreita foi reduzida com aumento da densidade de semeadura do consórcio nos períodos 60 e 90 DAS.

Diante disso, pode-se inferir que houve controle do número de plantas invasoras folha estreita a partir de 60 DAS, sob as coberturas braquiária e consórcio. Entretanto, no final do ciclo das plantas de cobertura, observa-se menor incidência de plantas invasoras folha estreita sob a cobertura braquiária (7 plantas  $m^{-2}$ ), quando comparada ao consórcio (8 plantas  $m^{-2}$ ).

Conforme Souza Filho, Alves e Dutra (2002), é comum que espécies vegetais apresentem atividade alelopática em determinados períodos de desenvolvimento. Estes autores, avaliando a gramínea forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram variação na atividade alelopática em função do estágio de desenvolvimento das plantas. Ainda segundo estes autores, a atividade alelopática nessa espécie é mais intensa quando as plantas estão na fase vegetativa (três meses de cultivo) do que na fase reprodutiva. Portanto, no presente estudo, além dos efeitos físicos promovidos pela maior cobertura do solo aos 60 e 90 DAS, deve-se considerar a possibilidade das variações da potencialidade alelopática das plantas, em função do seu estágio de desenvolvimento.

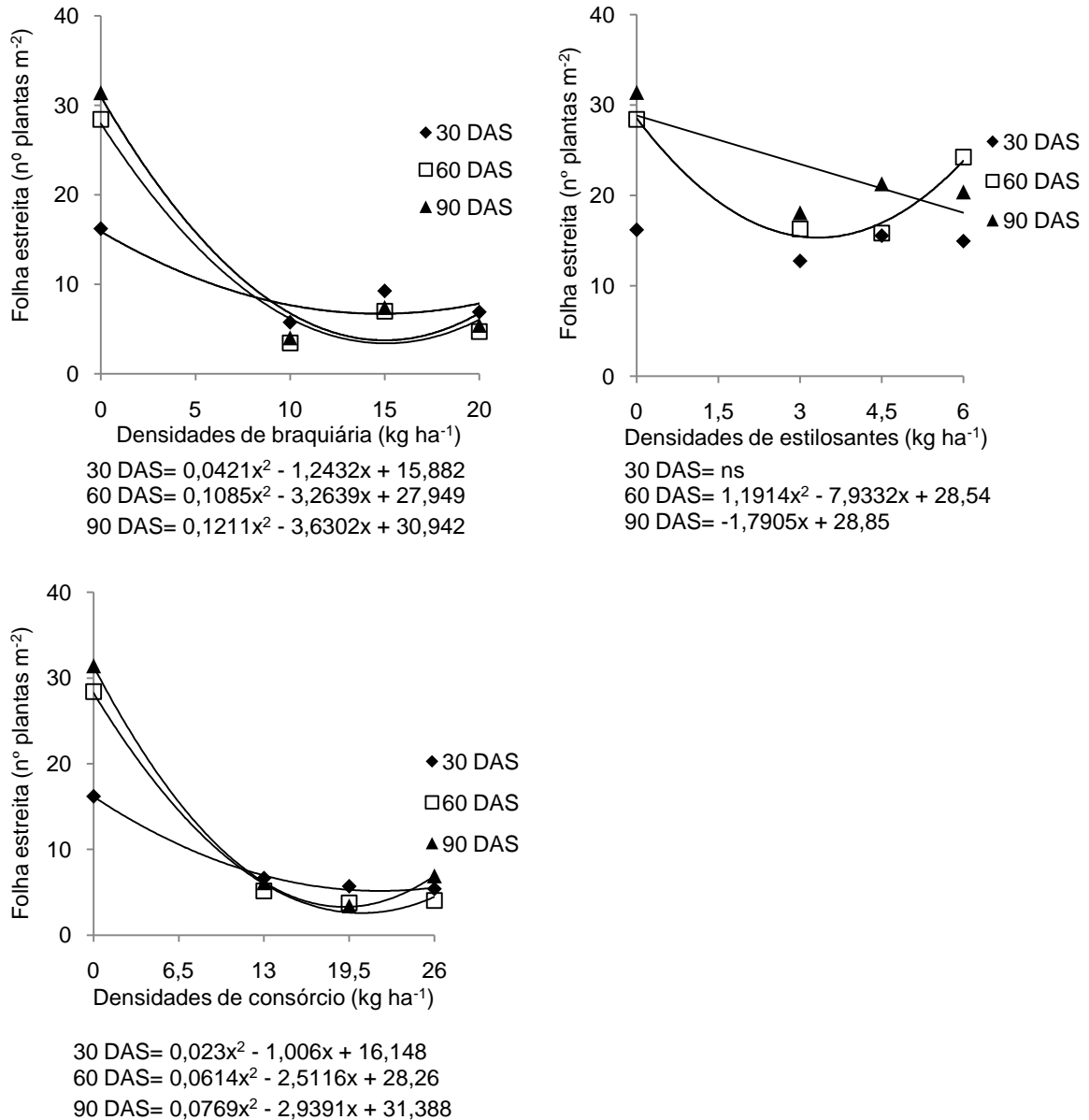
Na Figura I.7 são apresentados os resultados da incidência de plantas invasoras folha estreita (2010/2011) em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e consórcio sobre a incidência de plantas invasoras folha estreita aos 30, 60 e 90 DAS; para estilosante foi observada significância nos períodos 60 e 90 DAS.

Na cobertura braquiária, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,83%. Em função do modelo obtido, foi possível verificar valor mínimo de 7 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 14,76  $kg\ ha^{-1}$ .

No período 60 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,95%. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou valor mínimo de 3 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 15,05  $kg\ ha^{-1}$ .

Aos 90 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,95%. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou valor mínimo de 4 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 14,97  $kg\ ha^{-1}$ .



**Figura I.7** Incidência de plantas invasoras folha estreita (nº de plantas  $m^{-2}$ ), em função da densidade de sementeira das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após sementeira (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011.

Portanto, houve diminuição na incidência das plantas invasoras folha estreita sob a cobertura braquiária, obtendo-se, aos 60 e 90 DAS, valores reduzidos, quando comparados aos observados aos 30 DAS.

Para a cobertura estilosantes, verificou-se aos 60 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das

densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 0,98%. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou valor mínimo de 15 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 3,33  $kg\ ha^{-1}$ .

Aos 90 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o linear com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,61%. Em função do modelo obtido, foi possível verificar a incidência de 18 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 6  $kg\ ha^{-1}$ .

Na cobertura consórcio, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras foi da ordem de 1,00%. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou, na densidade 21,86  $kg\ ha^{-1}$ , valor mínimo de 5 plantas  $m^{-2}$ .

No período 60 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,99%. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou valor mínimo de 3 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 20,45  $kg\ ha^{-1}$ .

Aos 90 DAS o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 1,00%. A incidência de plantas invasoras folha estreita apresentou valor mínimo de 3 plantas  $m^{-2}$ , para a densidade de 19,12  $kg\ ha^{-1}$ .

Logo, é possível inferir que, ao final do ciclo (90 DAS), as plantas de cobertura braquiária e consórcio apresentaram controle na incidência de plantas invasoras, com 4 e 3 plantas  $m^{-2}$ , respectivamente, enquanto que a cobertura estilosantes, neste mesmo período, apresentou 18 plantas  $m^{-2}$ .

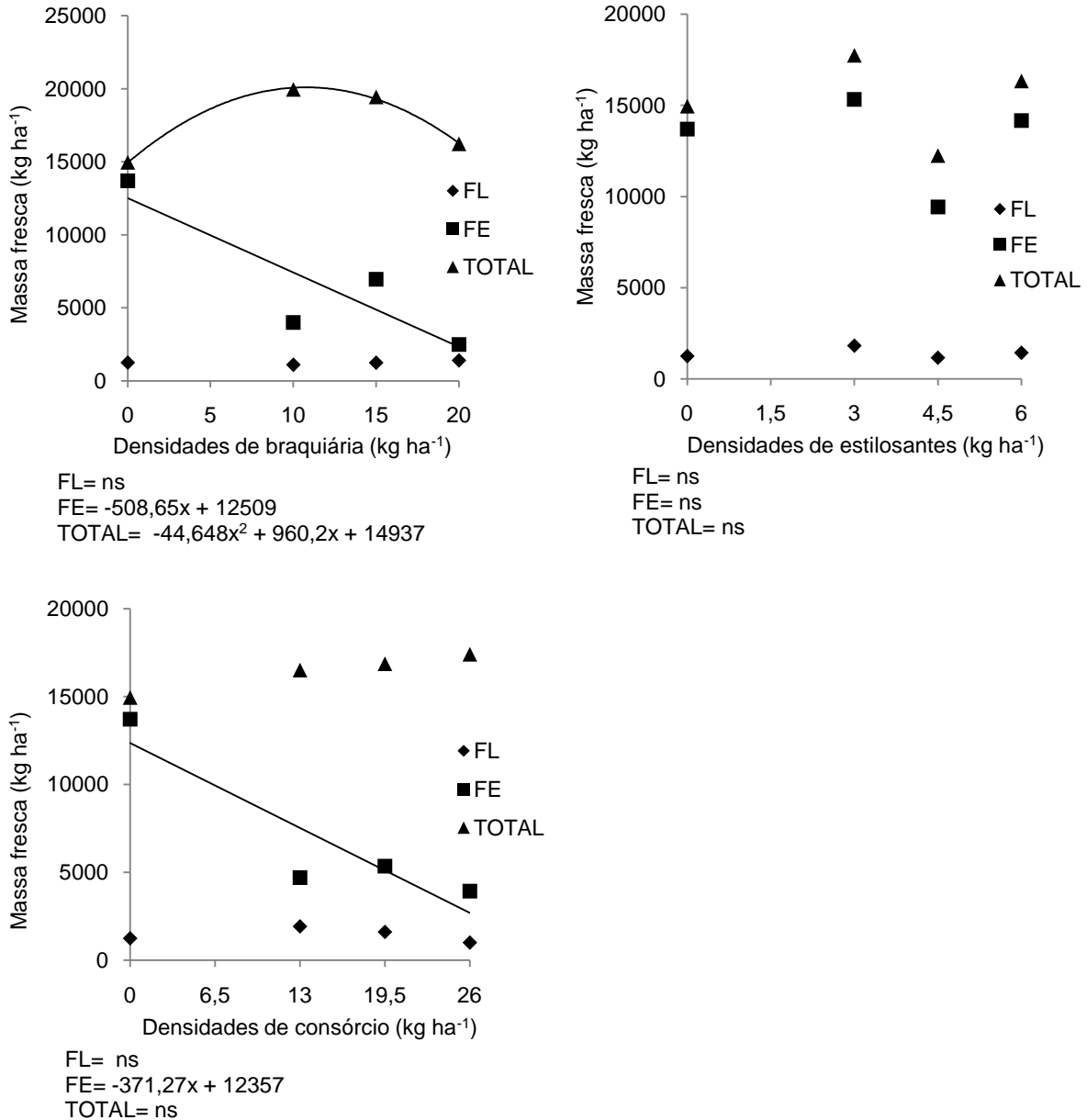
O maior número de plantas invasoras observada na cobertura estilosantes, assim como ocorreu no ano anterior, possivelmente tenha advindo em decorrência da baixa porcentagem da leguminosa estabelecida e, conseqüentemente, menor produção de fitomassa.

Para Almeida e Rodrigues (1985), a supressão de plantas invasoras nos agroecossistemas está diretamente relacionada com o valor de fitomassa produzido pelas plantas de cobertura, pois existe correlação linear entre a quantidade desta fitomassa e a efetiva redução da infestação por plantas invasoras.

Afirmção corroborada por Altieri, Silva e Nicholls (2003), que descreveram as vantagens obtidas com a instalação de consórcio entre várias espécies, o qual contribui para elevar a biodiversidade do agroecossistema e reduzir a incidência de pragas, doenças e plantas invasoras durante o cultivo.

Na Figura I.8 são apresentados os valores da massa fresca de plantas invasoras folha larga, folha estreita e massa fresca total nas plantas de cobertura, resultante aos 90 DAS, dos anos agrícolas 2009/2010, em função da espécie de cobertura vegetal analisada e sua densidade de semeadura.





**Figura I.8** Massa fresca de plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE) e cobertura total (Total) nas plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de sementeira das plantas de cobertura braquiária sobre a massa fresca de folha estreita e massa total. No estilosantes não foi observada significância para as variáveis analisadas, já para consórcio, houve efeito significativo para massa de folha estreita.

Na cobertura braquiária, verificou-se melhor ajuste dos dados da massa fresca de planta invasora de folha estreita para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de sementeira sobre a massa fresca de folha estreita foi da ordem de 0,76%. Observou-se valor mínimo de 2334,8 ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de massa de folha estreita na maior densidade de sementeira de braquiária ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$ ), reforçando o potencial

da cobertura braquiária na redução também de plantas invasoras folha estreita, como já observado para a incidência de folha estreita na Figura I.6.

A massa fresca total obteve o melhor ajuste no modelo quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 1,00. A cobertura braquiária, na densidade  $10,75 \text{ kg ha}^{-1}$ , obteve valor máximo ( $20100,60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) de massa fresca total. Logo, o aumento da densidade de semeadura de braquiária não promoveu acréscimo na massa fresca total desta cobertura, entretanto, reduziu o número das plantas invasoras de folha estreita.

Estudos realizados por Timossi, Durigan e Leite (2007) indicaram que as plantas de cobertura *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*, tiveram produção de, aproximadamente,  $10,7 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca aos 110 DAS. Segundo os autores, não houve aumento expressivo no acúmulo de massa vegetal seca proporcionado pelas braquiárias entre os períodos de 110 e 250 DAS. Segundo Franchini *et al.* (2009), a quantidade de palha proporcionada pela cobertura de *Brachiaria ruziziensis* está em torno de  $8 \text{ t ha}^{-1}$ , contudo, no presente estudo este valor foi superior em todas as densidades avaliadas.

Neste estudo, as plantas de cobertura permaneceram no campo pelo período de 90 dias, em função da época de semeadura da cultura da soja, entretanto, a cobertura braquiária, na densidade  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ , apresentou neste período, valor acima de  $20 \text{ t ha}^{-1}$  de massa fresca total.

Possivelmente, a ausência de significância das variáveis analisadas para a cobertura de estilosantes tenha ocorrido em função da baixa proporção da leguminosa. Este resultado ocorreu, provavelmente, em função da baixa adaptação desta leguminosa às condições do clima local, durante a fase de semeadura e desenvolvimento da cobertura. Segundo Franken *et al.* (2011), a produção de fitomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições edafoclimáticas, fitossanitárias e do seu sistema radicular, quanto mais o sistema radicular penetrar no solo maior será a produção de biomassa.

Conforme Embrapa (2007), o estilosantes-campo-grande apresenta desempenho satisfatório em solos com até 35% de argila, valor bem inferior ao verificado na área experimental do presente estudo (60%). Além disso, a leguminosa não é indicada para áreas com excesso de umidade, alta fertilidade ou ricas em matéria orgânica. Para Embrapa (2007), os solos de alta fertilidade possibilitam melhor desenvolvimento da gramínea, a qual pode competir com a leguminosa e prejudicar sua persistência, o que também foi observado no presente estudo.

Ainda, conforme Nunes *et al.* (2007), a utilização de leguminosas isoladas, antes do período de escassez de chuvas, não é indicada para produção de matéria seca no sistema plantio direto.

Para a cobertura consórcio, verificou-se melhor ajuste dos dados da massa fresca das plantas invasoras de folha estreita para o modelo linear. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a massa fresca de folha estreita foi da ordem de 0,82%. Observou-se valor mínimo de 2703,98 kg ha<sup>-1</sup>, para massa de folha estreita, na maior densidade de semeadura de consórcio (26 kg ha<sup>-1</sup>).

Assim, foi possível verificar redução da massa fresca da planta invasora folha estreita com aumento da densidade de semeadura de consórcio, confirmando a ação supressora do consórcio sobre as plantas invasoras folha estreita, como já observado na Figura I.6.

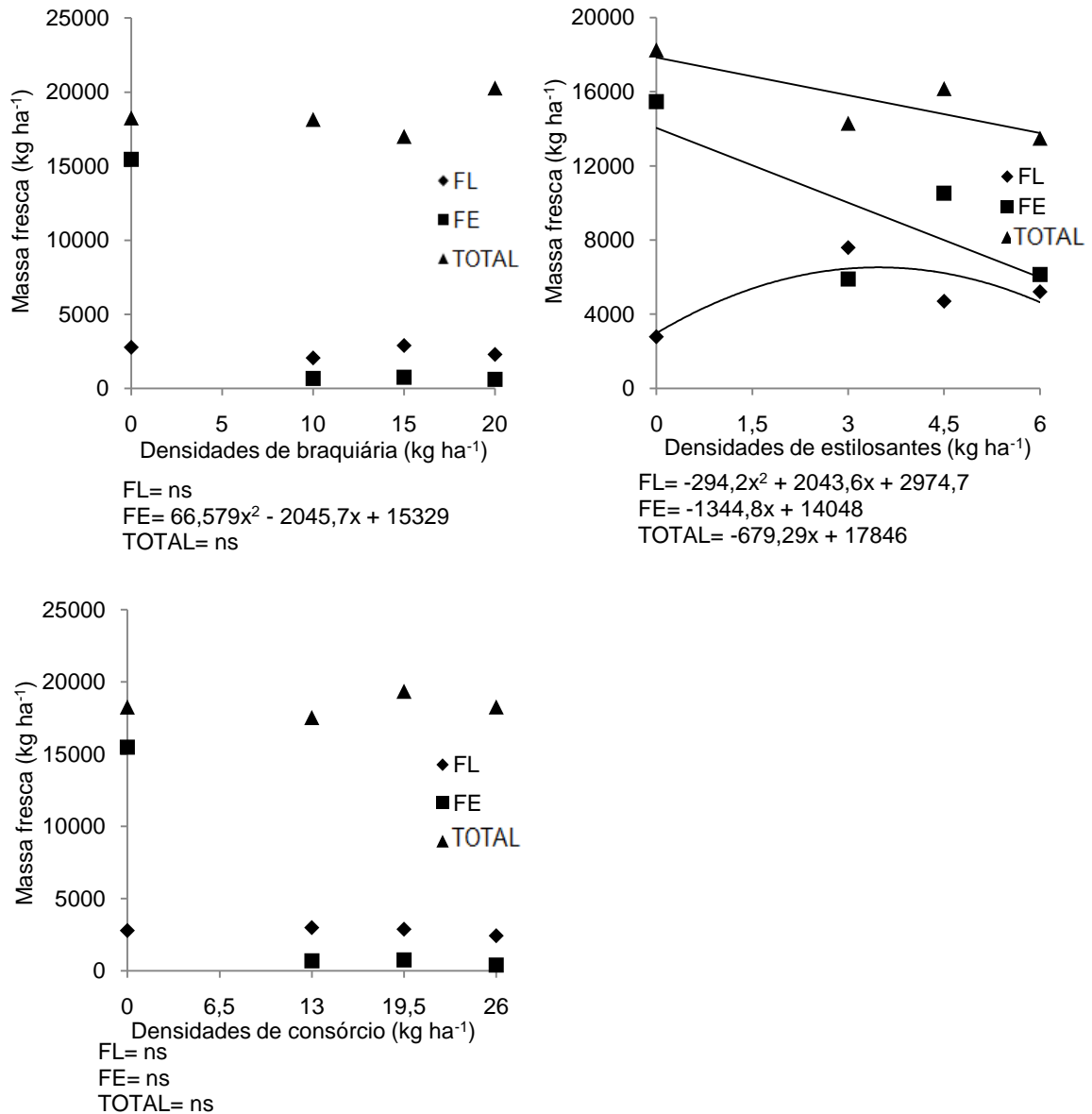
Diante disso, é possível inferir à cobertura braquiária maior capacidade de diminuir a incidência das plantas invasoras de folha estreita, quando comparada ao consórcio, pois as maiores densidades de semeadura apresentaram maior redução do número de invasoras. Entretanto, a maior produção de massa fresca total decresceu com o aumento da densidade de semeadura.

Pesquisas têm indicado que, no sistema plantio direto, quanto mais espessa for a camada de cobertura morta formada, maior será a influência dessa sobre a germinação das sementes de espécies invasoras (IAPAR, 1981 *apud* MURASCHI *et al.*, 2005). No presente estudo, observou-se tendência similar, ou seja, durante o ciclo das coberturas vegetais, houve menor incidência de plantas invasoras nas parcelas com maior densidade de semeadura.

Na Figura I.9 são apresentados os valores da massa fresca de plantas invasoras folha larga, folha estreita e massa fresca total nas plantas de cobertura, resultante aos 90 DAS dos anos agrícolas 2010/2011, em função da espécie de cobertura vegetal analisada e sua densidade de semeadura.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura de estilosantes sobre a massa fresca das plantas invasoras de folha larga, folha estreita e massa total. Para braquiária e consórcio não foi observada significância para as variáveis analisadas.

Na cobertura estilosantes, verificou-se melhor ajuste dos dados da massa fresca de planta invasora folha larga para o modelo quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,66%. Aos 90 DAS obteve-se valor máximo (6523,56 kg ha<sup>-1</sup>) da massa de folha larga na densidade 3,47 kg ha<sup>-1</sup> de estilosantes, entretanto, este valor decresceu com o aumento da densidade de semeadura.



**Figura I.9** Massa fresca da plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE) e cobertura total (Total) nas plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.

A massa fresca de planta invasora folha larga apresentou melhor ajuste para o modelo linear, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da ordem de 0,58%, quando se observou o valor de 5979,2 (kg ha<sup>-1</sup>) para massa de folha estreita, na maior densidade de semeadura de estilosantes (6 kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados de massa fresca total apresentaram melhor ajuste dos dados no modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a massa fresca total foi da ordem de 0,67%. Observou-se valor mínimo de 13770,26 (kg ha<sup>-1</sup>) de massa fresca total na maior densidade de semeadura (26 kg ha<sup>-1</sup>). Portanto, o aumento na densidade de semeadura não ocasionou maiores proporções de fitomassa para a cobertura estilosantes.

Logo, é possível observar que para a cobertura estilosantes, tanto a massa fresca de folha larga quanto de folha estreita foram altas e correspondem ao maior percentual no valor de massa fresca total, isso provavelmente tenha ocorrido em função da baixa porcentagem da cobertura proporcionada pela leguminosa.

Para Correia, Durigan e Klink (2006), a presença de palha sobre o solo, faz com que sementes de espécies invasoras, mesmo aquelas depositadas na superfície, deparem-se com uma barreira física formada pela cobertura morta, resultando em seu esgotamento energético antes de a plântula alcançar a superfície e iniciar o processo fotossintético. Isso condiz com os resultados observados no estudo em questão, em que a incidência e a massa fresca de folha estreita foram baixas nas coberturas que produziram quantidade de massa satisfatória, enquanto que para a cobertura estilosantes, as maiores quantidades de massa observada foram das plantas invasoras.

Pesquisas indicam que espécies produtoras de grande quantidade de palha e raiz, além de favorecer o sistema de semeadura direta, a reciclagem de nutrientes e estabelecer aumento da proteção do solo contra a ação dos agentes climáticos, promovem a melhoria do solo nos seus atributos químicos, físicos e biológicos. Também se constitui em processo auxiliar no controle de espécies invasoras ocorrentes na soja, principalmente nos primeiros anos de implantação da semeadura direta (SARAIVA; TORRES, 2000).

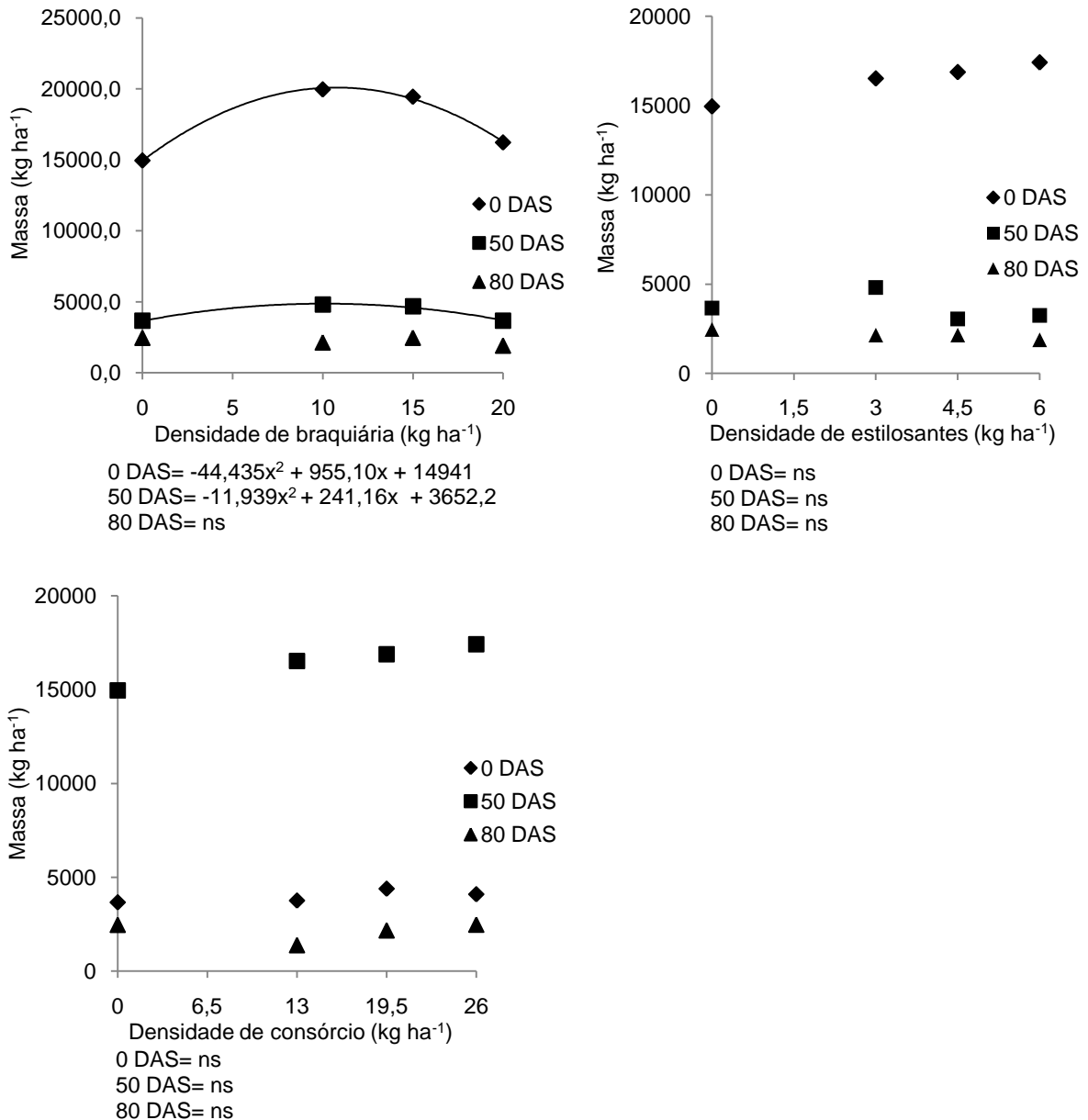
Na Figura I.10, são apresentados os valores da persistência das coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio do ano agrícola 2009/2010 em função da densidade de semeadura.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura de braquiária sobre a persistência da planta de cobertura nos períodos zero e 50 DAS. Entretanto, não foi observado efeito significativo para as coberturas estilosantes e consórcio nos períodos avaliados.

Na cobertura braquiária, verificou-se a zero DAS melhor ajuste dos dados de persistência de cobertura no modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a persistência foi da ordem de 1,00%. A massa de persistência de cobertura apresentou valor máximo de 20.073 kg ha<sup>-1</sup>, na densidade 10,75 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 50 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,99. A persistência de cobertura apresentou valor máximo de 4.870 kg ha<sup>-1</sup>, para a densidade de 10,10 kg ha<sup>-1</sup>.

Portanto, a densidade de, aproximadamente, 10 kg ha<sup>-1</sup> obteve os maiores valores de massa para a cobertura de braquiária nos períodos zero e 50 DAS, confirmando os resultados de massa fresca total para braquiária, observados na Figura I.7.



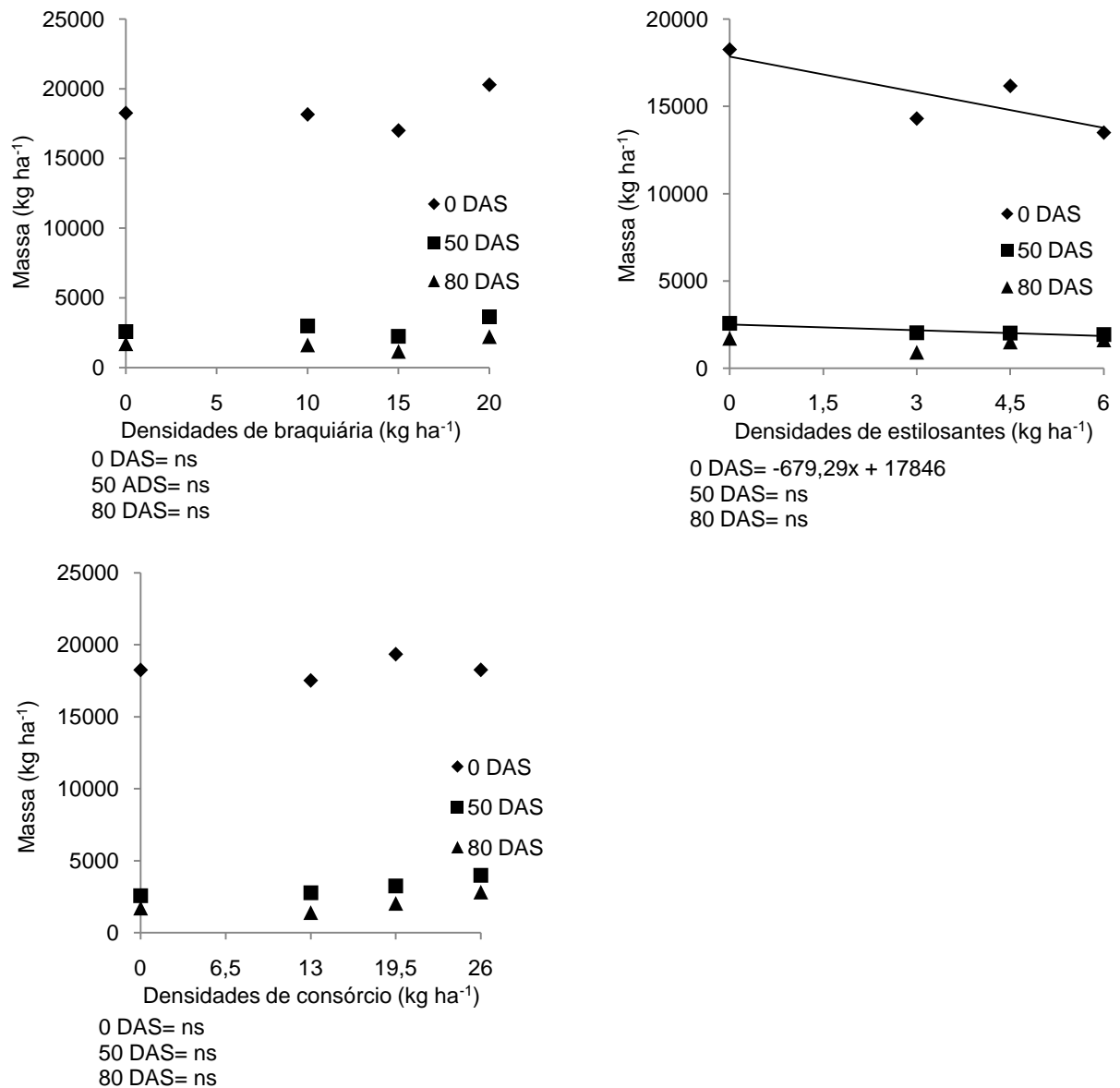
**Figura I.10** Persistência das plantas de cobertura a zero, 50 e 80 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.

Trabalhos desenvolvidos por Pacheco *et al.* (2010), com dessecação de manejo realizado 20 dias antes da semeadura da soja, apresentaram até 7,25 t ha<sup>-1</sup> de fitomassa para a cobertura de *Braquiária ruziziensis*, sendo que aos 30 e 70 DAS este valor chegou a 2,72 e 1,86 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, valores inferiores aos obtidos no presente estudo.

Segundo Cobucci (2001), as forrageiras do gênero *Brachiaria* têm produzido acima de 15 t ha<sup>-1</sup> de biomassa seca e persistem por mais de seis meses na superfície do solo. No presente estudo, para a cobertura braquiária, observou-se o valor máximo de 20.073 kg ha<sup>-1</sup> no período zero DAS, condizendo com o relato de Cobucci (2001). Entretanto, entre os períodos zero e 50 DAS houve redução de 76% de biomassa, valor superior ao obtido por

Franchini *et al.* (2009). Segundo estes autores, a cobertura de *Brachiaria ruziziensis* chega a 40% do material original após 120 dias de permanência no campo, além disso, os resíduos desta gramínea têm capacidade de proporcionar boa cobertura do solo, decorridos nove meses após a dessecação.

Na Figura I.11 são apresentados os valores da persistência das coberturas vegetais braquiária, estilósantes e consórcio do ano agrícola 2010/2011, em função da densidade de semeadura.



**Figura I.11** Persistência das plantas de cobertura a zero, 50 e 80 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011.

De acordo com a análise de variância, verifica-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura de estilosantes sobre a persistência das plantas de cobertura a zero e 50 DAS; porém, não houve significância para as coberturas braquiária e consórcio.

Para a cobertura estilosantes, verificou-se a zero DAS melhor ajuste dos dados de persistência de cobertura para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a persistência foi da ordem de 0,67%. Neste período, a massa de persistência de cobertura apresentou valor mínimo de 13.770,26 kg ha<sup>-1</sup>, na densidade 6 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 50 DAS verificou-se melhor ajuste dos dados de persistência de cobertura para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a variável analisada foi da ordem de 0,88%. Neste período, a massa de persistência de cobertura apresentou valor mínimo de 1849,32 kg ha<sup>-1</sup>, na densidade 6 kg ha<sup>-1</sup>. Logo, o resultado obtido concorda com aquele apresentado na Figura I.9 para massa fresca total, a qual, de maneira semelhante à persistência de cobertura, não apresentou maiores proporções de fitomassa com aumento da densidade de semeadura.

Além disso, a baixa proporção de matéria vegetal observada na persistência da cobertura estilosantes é decorrente, principalmente, da baixa relação C/N, característica das leguminosas (URQUIAGA *et al.*, 2005).

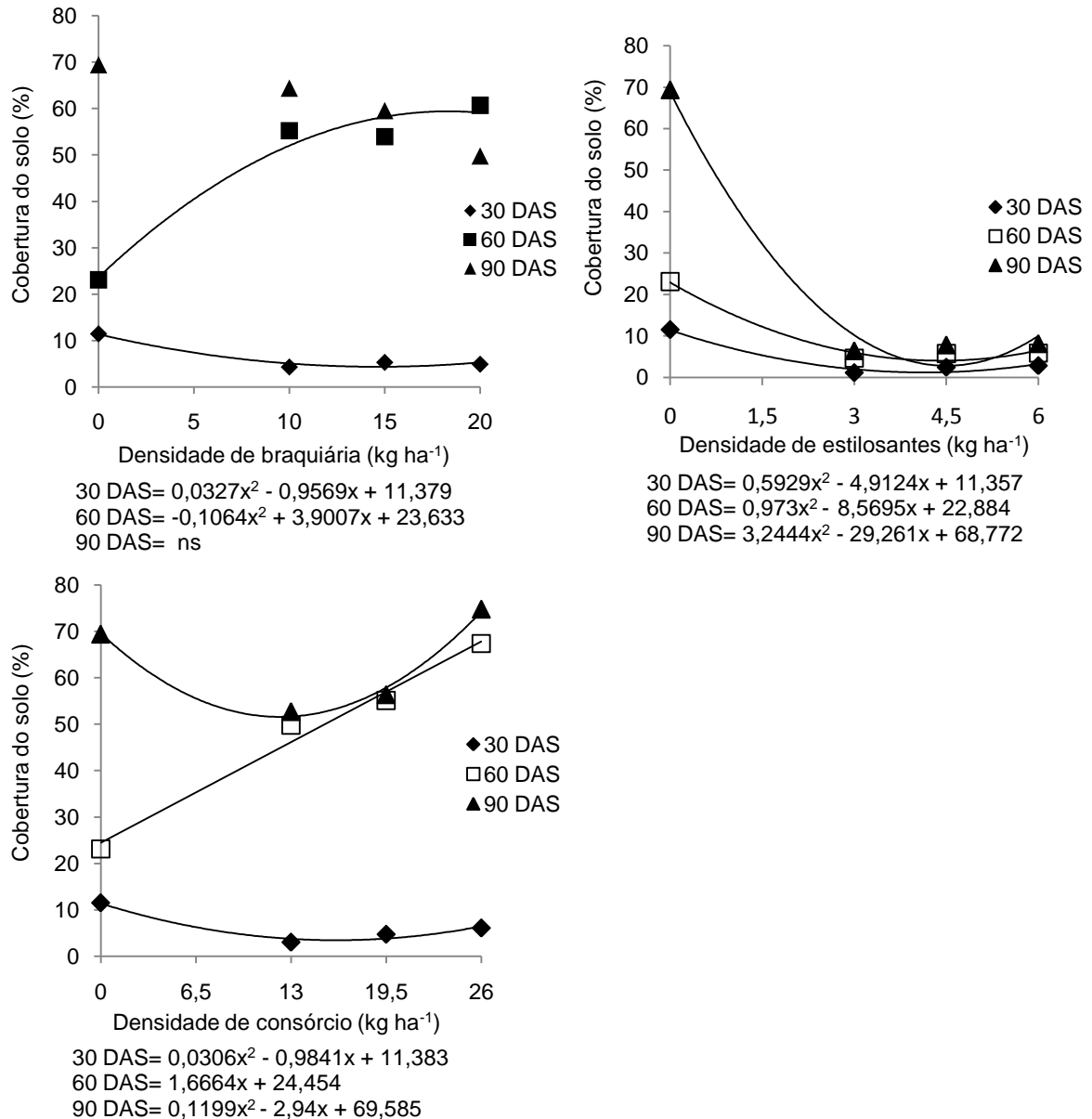
Na Figura I.12 são apresentados os resultados da porcentagem de cobertura do solo em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio para o ano agrícola 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura estilosantes e consórcio sobre a porcentagem de cobertura do solo aos 30, 60 e 90 DAS; enquanto, para braquiária foi observada significância nos períodos 30 e 60 DAS.

Para a cobertura braquiária, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a porcentagem de cobertura do solo foi da ordem de 0,95%. A densidade de semeadura máxima calculada a partir dos dados na análise de regressão foi de 1,48 kg ha<sup>-1</sup>, em que a porcentagem de cobertura atingiu proporção de 10,34%, densidades superiores não promoveram aumentos da porcentagem de cobertura.

Aos 60 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,96. A densidade máxima calculada a partir dos dados na análise de regressão foi de 19,5 kg ha<sup>-1</sup>, em que a porcentagem de cobertura atingiu proporção de 61,64%, densidades superiores não promoveram aumentos de porcentagem de cobertura.





**Figura I.12** Porcentagem de cobertura do solo das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após sementeira (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.

Diante disso, pode-se inferir que a maior porcentagem de cobertura do solo foi encontrada nos períodos avançados de avaliação. Segundo Alvarenga *et al.* (2003), para o sistema plantio direto são necessários, no mínimo, 50% da superfície do solo coberta com resíduos, ou ainda, produção de  $6 \text{ t ha}^{-1}$  de cobertura morta (ALVARENGA *et al.*, 2001), o que condiz com o valor máximo obtido aos 60 DAS, de 61,64%, e com o valor de massa fresca total acima de  $15 \text{ t ha}^{-1}$ , para a cobertura consórcio (2009/2010) (Figura 7).

Para a cobertura estilosantes, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste do dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de sementeira sobre a porcentagem de cobertura do solo foi da ordem de

0,97%. A porcentagem de cobertura em função da densidade de semeadura apresentou tendência decrescente, com valor mínimo de 1,14%, para a densidade de 4,16 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 60 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,98. A porcentagem de cobertura apresentou tendência semelhante à que foi observada aos 30 DAS, decrescente com aumento da densidade de semeadura. O valor mínimo da porcentagem de cobertura foi 4%, para a densidade 4,41 kg ha<sup>-1</sup> de estilosantes.

Aos 90 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,98. A porcentagem de cobertura aos 90 DAS, semelhante ao obtido aos 30 e 60 DAS, também apresentou tendência decrescente, com valor mínimo de 2,71%, para a densidade de 4,51 kg ha<sup>-1</sup>.

Assim, as maiores porcentagens de cobertura do solo proporcionadas pela cobertura estilosantes foram observadas na testemunha, com densidade zero, para os períodos 30, 60 e 90 DAS, ou seja, sem a presença de estilosantes.

Possivelmente, o resultado obtido seja decorrência das condições de pousio em relação à testemunha, pois, nessa condição, houve grande proporção de plantas invasoras, que corresponde à porcentagem de cobertura, aliada à baixa adaptabilidade da leguminosa e às condições edafoclimáticas, o que originou baixos valores de porcentagem de cobertura, para as densidades 3; 4,5 e 6 kg/ha<sup>-1</sup>.

Hirata *et al.* (2009), avaliando cinco coberturas de solo: *Brachiaria decumbens*, *B. ruziziensis*, *Pennisetum glaucum*, comunidade infestante e sem cobertura vegetal, observaram, semelhante ao que foi verificado no presente estudo, alta incidência de plantas invasoras nos tratamentos comunidade infestante e sem cobertura do solo. Meschede *et al.* (2007), comparando plantas de cobertura na supressão de plantas infestantes, também verificaram maior infestação de plantas invasoras, quando foi utilizada vegetação espontânea como cobertura do solo. Logo, a composição e as densidades populacionais das comunidades infestantes são influenciadas pelos sistemas de produção de cobertura morta (CORREIA; DURIGAN; KLINK, 2006).

Na cobertura consórcio, verificou-se aos 30 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a porcentagem de cobertura do solo foi da ordem de 0,96%. A porcentagem de cobertura aos 30 DAS apresentou tendência decrescente com valor mínimo de 2,91%, para a densidade de 16,83 kg ha<sup>-1</sup>. A maior porcentagem de cobertura foi observada na testemunha, com densidade zero.

Aos 60 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o linear, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,98. Neste período, foi observado 68% de cobertura do solo para a densidade 26 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio.

Aos 90 DAS, o modelo significativo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,99. Verifica-se que a porcentagem de cobertura do solo decresceu até a densidade de 13,31 kg ha<sup>-1</sup> cuja função atinge o ponto mínimo (50,07%) para, então, apresentar tendência crescente com o aumento da densidade de semeadura.

Portanto, a cobertura consórcio apresentou no final do ciclo, aos 90 DAS, porcentagem de cobertura do solo acima de 50%, o que, segundo Alvarenga *et al.* (2003) é considerado suficiente. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram Silva *et al.* (2007) que afirmaram que os sistemas consorciados de poáceas com espécies leguminosas ou brássicas podem proporcionar eficiente cobertura vegetal no solo e, ainda, maior fixação ou reciclagem de nutrientes.

Na Figura 1.13, são apresentados os resultados da porcentagem de cobertura do solo em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.

De acordo com a análise de variância, verificou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e consórcio sobre a porcentagem de cobertura do solo aos 30, 60 e 90 DAS; para estilosante foi observada significância nos períodos 60 e 90 DAS.

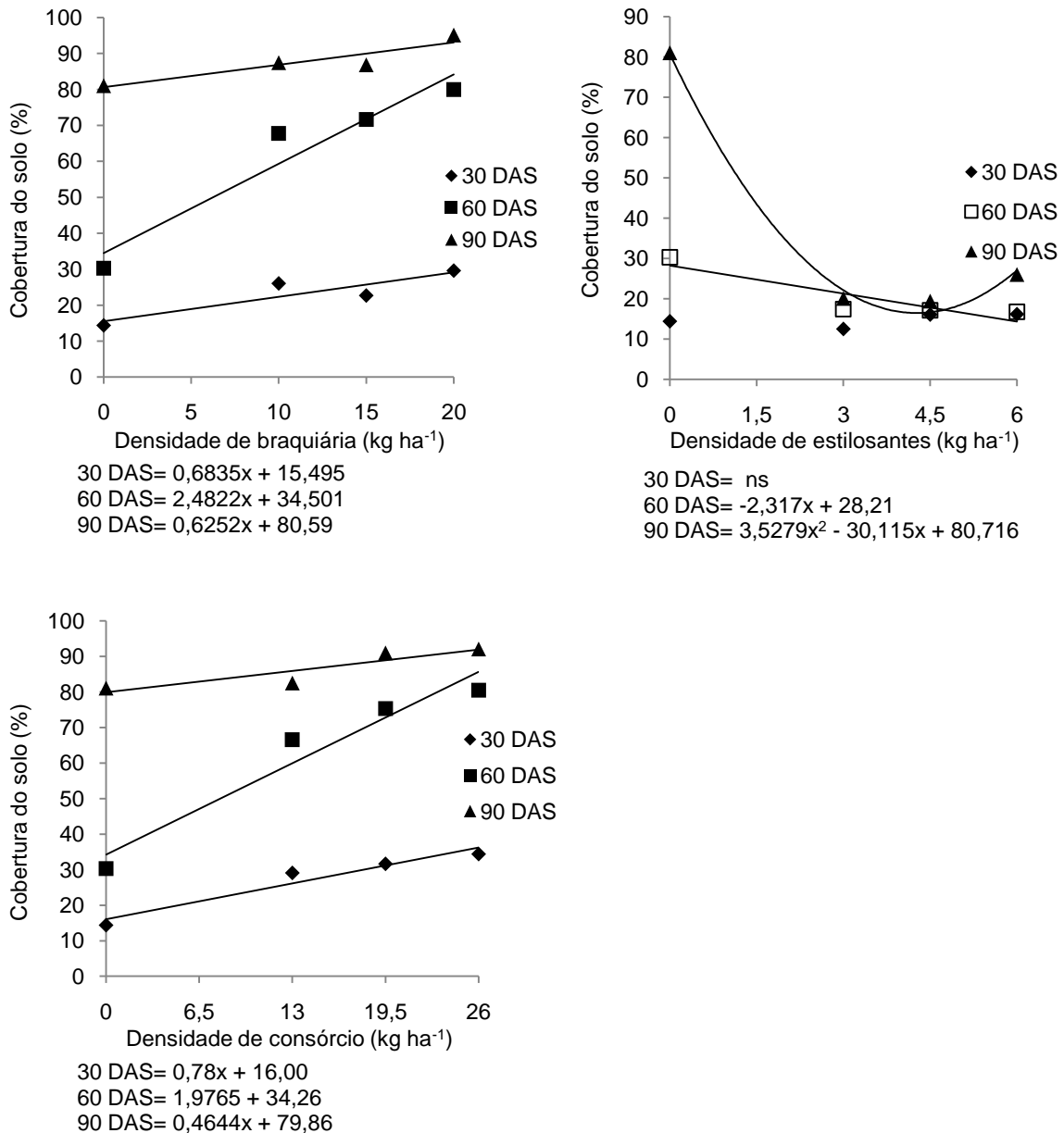
Para a cobertura braquiária, verificou-se nos três períodos avaliados (30, 60 e 90 DAS) melhor ajuste dos dados para o modelo linear. Aos 30, 60 e 90 DAS, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a porcentagem de cobertura do solo foi da ordem de 0,81, 0,93 e 0,86%, respectivamente. Nestes períodos foram obtidos valores máximos de cobertura do solo de 29, 84 e 93%, respectivamente, para a densidade 20 kg ha<sup>-1</sup>.

Logo, nos três períodos avaliados foi observado aumento crescente da porcentagem de cobertura com aumento da densidade de semeadura de braquiária.

Na cobertura estilosantes, verificou-se aos 60 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo linear, e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da ordem de 0,80%. Neste período, foi obtido valor máximo de cobertura do solo de 14% para a densidade 6 kg ha<sup>-1</sup>. Aos 90 DAS, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático, e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 1,00%. Neste período, foi obtido valor mínimo de cobertura do solo de 16% para a densidade 4,27 kg ha<sup>-1</sup>.

Para a cobertura consórcio, verificou-se nos três períodos avaliados (30, 60 e 90 DAS) melhor ajuste dos dados para o modelo linear. Aos 30, 60 e 90 DAS o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a porcentagem de cobertura do solo foi da ordem de 0,94, 0,94 e 0,82%, respectivamente.

Nestes períodos foram obtidos valores máximos de cobertura do solo de 36, 86 e 92%, respectivamente, para a densidade 26 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura I.13** Porcentagem de cobertura do solo das plantas de cobertura aos 30, 60 e 90 dias após sementeira (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011.

Portanto, o aumento da cobertura do solo foi proporcional ao aumento da densidade de sementeira do consórcio.

Diante disso, é possível inferir que a maior porcentagem de cobertura do solo foi promovida pelas coberturas braquiária (93%) e consórcio (92%), no final do ciclo vegetativo (90 DAS). Enquanto que a cobertura estilosantes, aos 90 DAS, apresentou valor máximo de cobertura para a testemunha, a qual permaneceu em pousio.

Resultados similares foram observados por Jakelaitis *et al.* (2010), em estudo desenvolvido com estilosantes-campo-grande, obtiveram valores inferiores a 20% de cobertura do solo, antecedendo à cultura do feijão.

Os resultados obtidos neste estudo condizem com aqueles citados por Franchini *et al.* (2009), segundo os quais a *Brachiaria ruziziensis* pode proporcionar cobertura do solo próxima a 100%.

Ainda, Timossi, Durigan e Leite (2007) verificaram que a cobertura do solo proporcionada por *B. brizantha*, aos 50 DAS, foi ao redor de 45%, 80% aos 110 DAS e 100% aos 250 DAS. Estes resultados são semelhantes aos observados no presente estudo, em que a cobertura de *B. ruziziensis* foi próxima de 30% aos 30 DAS, acima de 80% aos 60 DAS e acima de 90% aos 90 DAS. Contudo, segundo aqueles autores, o aumento da porcentagem de cobertura entre 110 e 250 não foi acompanhada por acréscimo da produção de massa seca entre os períodos avaliados.

Os benefícios do uso de sistemas consorciados também foram observados por Silva *et al.* (2007). Segundo os autores, o agrupamento de espécies pode proporcionar a formação de quantidade de resíduos de coberturas de solo mais próxima da ideal, resultando em benefícios para o sistema plantio direto.

### **I.5.3 Avaliações realizadas na cultura da soja – ano agrícola 2009/2010 e 2010/2011**

A precipitação pluvial registrada durante o ano agrícola 2009/2010 (Figura I.1) foi considerada apropriada para o cultivo da soja, conforme recomendações da Embrapa (2003). Entretanto, analisando que os períodos mais sensíveis ao rendimento da cultura são germinação-emergência e floração-enchimento de grãos (NEUMAIER; NEPOMUCENO; FARIAS, 2000), é possível que a precipitação observada no mês de fevereiro, tenha sido insuficiente para a formação e enchimento adequado das sementes.

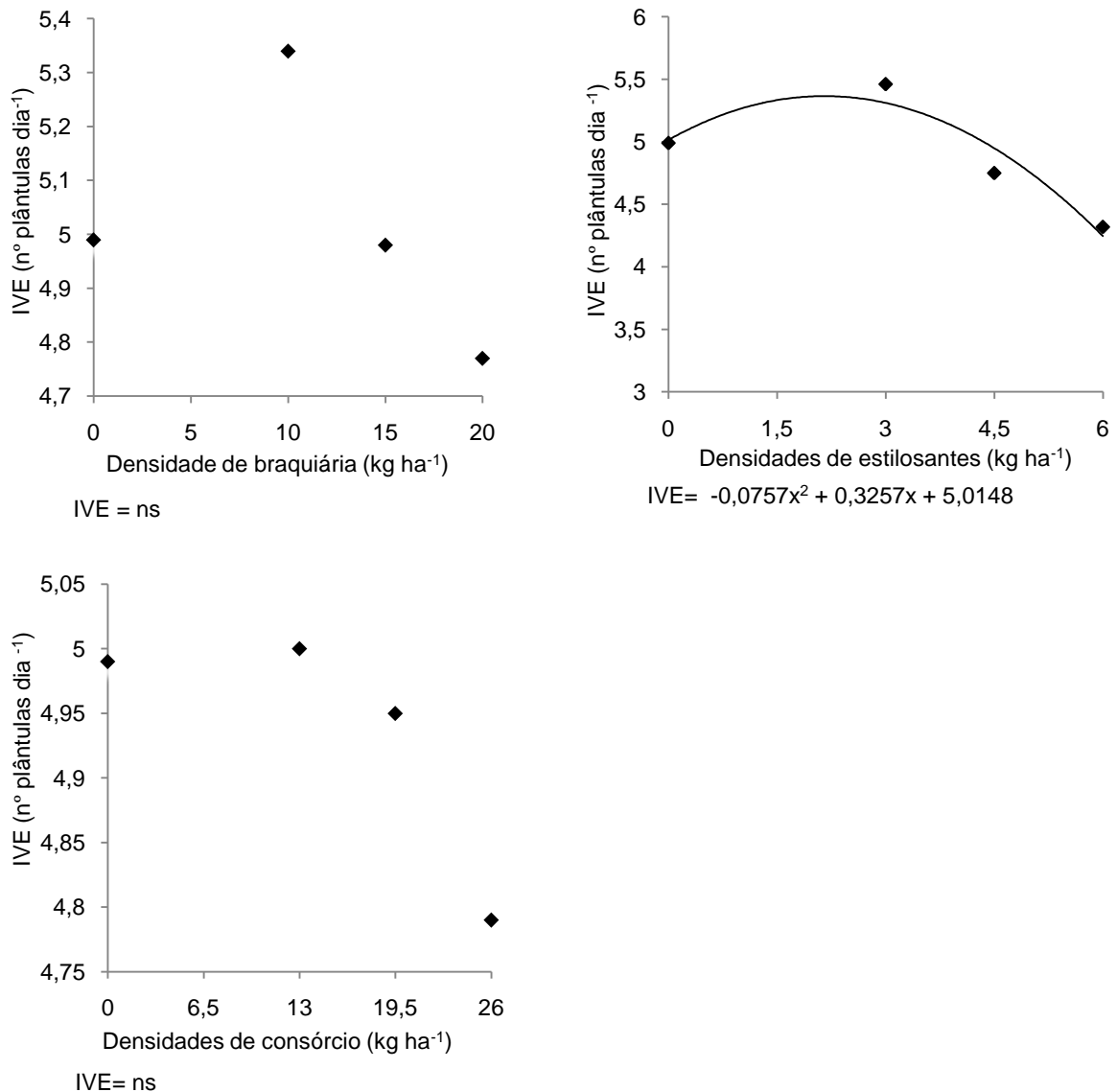
Em 2010/2011, a precipitação pluvial (Figura I.1) foi acima do recomendado pela Embrapa (2003) como condição necessária para obtenção do máximo rendimento da soja.

Na Figura I.14 são apresentados os valores do índice de velocidade de emergência (IVE) da cultura da soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura, para o ano agrícola 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura de estilosantes sobre o IVE da cultura da soja; entretanto, não foi observada significância para as coberturas braquiária e consórcio.

Na cobertura estilosantes, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de

semeadura sobre o IVE foi da ordem de 0,90%. A densidade de semeadura máxima calculada a partir dos dados na análise de regressão foi de 2,15 kg ha<sup>-1</sup>, em que a porcentagem de cobertura atingiu proporção de cinco plântulas emersas por dia, densidades superiores não promoveram aumento no número de plântulas emersas. Logo, a cobertura estilosantes, na densidade 2,15 kg ha<sup>-1</sup>, favoreceu a variável IVE.

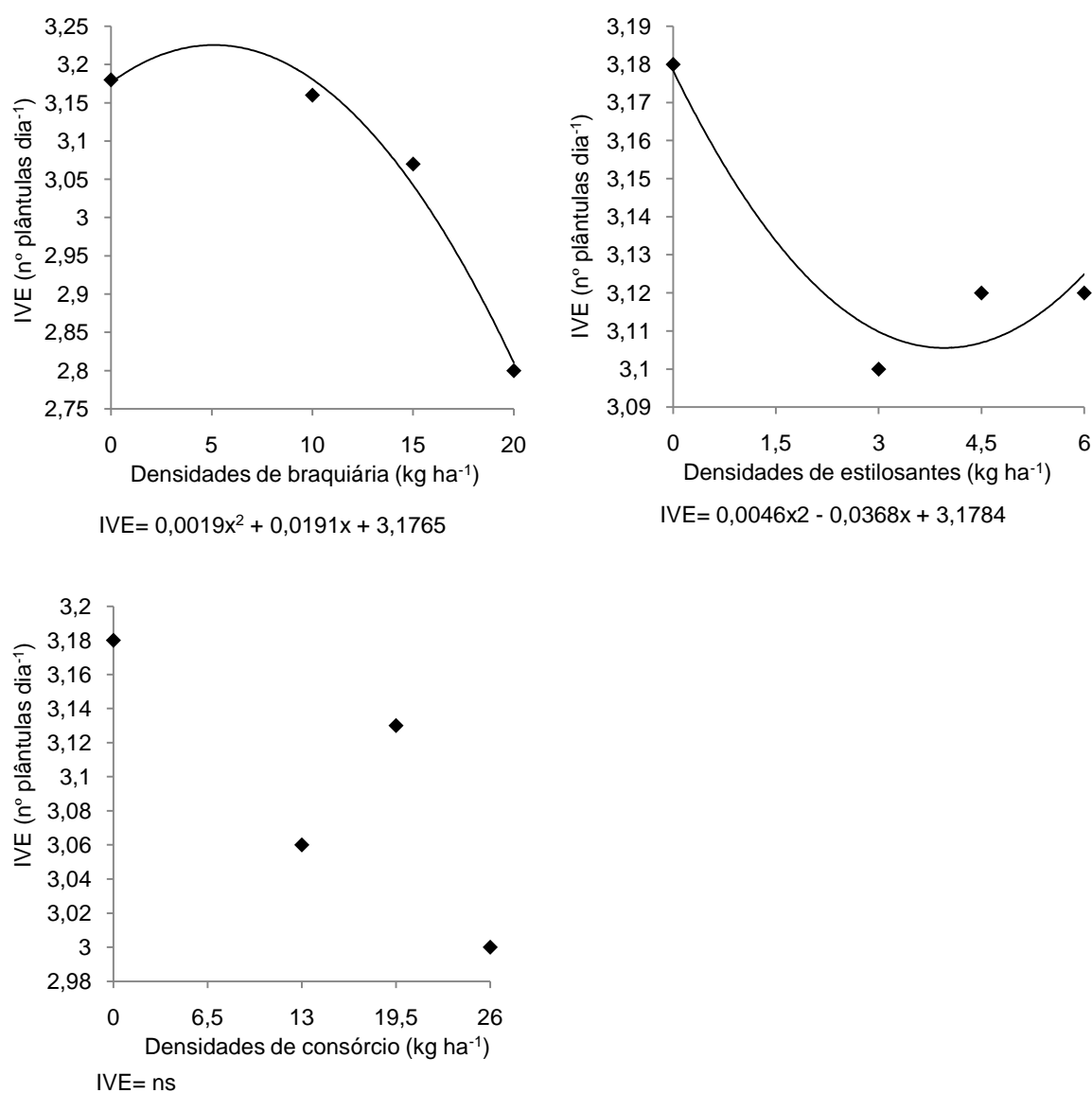


**Figura I.14** Índice de velocidade de emergência (IVE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.

No presente estudo, as maiores densidades de semeadura das plantas de cobertura podem ter dificultado a semeadura da soja, em função da grande quantidade de resíduos vegetais. Segundo Alvarenga *et al.* (2003), a camada de palha sobre o solo deve oferecer pequena resistência aos componentes de corte das semeadoras, sem que haja

dificuldades operacionais. Além disso, no presente estudo, a menor quantidade de resíduo vegetal, observada na cobertura vegetal estilosantes, sobre o solo, pode ter favorecido o contato solo/semente, evitando a formação de bolsas de ar.

Na Figura I.15 são apresentados os valores do índice de velocidade de emergência (IVE) da cultura da soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura, para o ano agrícola 2010/2011.



**Figura I.15** Índice de velocidade de emergência (IVE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura de plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e estilosantes sobre o IVE da cultura da soja; porém, não houve significância para consórcio.

Na cobertura braquiária, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre o IVE foi da ordem de 0,99%. A densidade de semeadura máxima calculada a partir dos dados na análise de regressão foi de  $5,21 \text{ kg ha}^{-1}$ , em que o índice de velocidade de emergência (IVE) da soja atingiu proporção máxima de três plântulas emersas por dia, densidades superiores reduziram o número de plântulas emersas.

De acordo com Morris *et al.* (2010), grandes proporções de resíduos na superfície podem dificultar a semeadura da cultura e a emergência das sementes em decorrência da falta de contato da semente com o solo, e, conseqüente restrição da quantidade de água necessária para a embebição da semente; além dos efeitos físicos e químicos dos resíduos vegetais, como possivelmente tenha ocorrido na cobertura braquiária, no presente estudo.

Moraes *et al.* (2010) verificaram redução do IVE de *Bidens* sp com aumento do nível de palha das plantas de cobertura. Segundo os autores, a redução no IVE pode ter ocorrido pelo sombreamento do solo, além da manutenção de menor amplitude térmica nestas condições.

Experimento realizado por Bortoluzzi e Eltz (2000), desenvolvido em condições de campo, avaliou os efeitos do manejo da palha de aveia no índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de soja. A soja foi cultivada sob a cobertura de aveia com média de  $4,18 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca. Os manejos na cobertura de aveia foram: palha picada e distribuída sobre a unidade experimental, palha em pé, palha rolada, palha gradeada, palha roçada, sem palha e sem plantas invasoras. Segundo os autores, nestas condições, o IVE não foi afetado pelos manejos da palha de aveia preta, porém, houve diferença entre a presença ou não da palha, visto que o tratamento sem palha apresentou menor IVE, possivelmente em função da redução do teor de água no solo e o aumento da temperatura. Oliveira *et al.* (2000) verificaram maior IVE no sistema plantio direto em relação ao convencional.

Para a cobertura estilosantes, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre o IVE foi da ordem de 0,92%. Valor mínimo de três plântulas emersas por dia foi observado na densidade  $4 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Logo, é possível inferir que, de maneira semelhante ao ocorrido no ano agrícola 2009/2010, o IVE apresentou acréscimo quando a cultura da soja foi semeada sob baixas densidades de semeadura, como foi observado para braquiária; e sob densidade zero, como foi verificada para estilosantes, em que havia grande porcentagem de plantas invasoras.

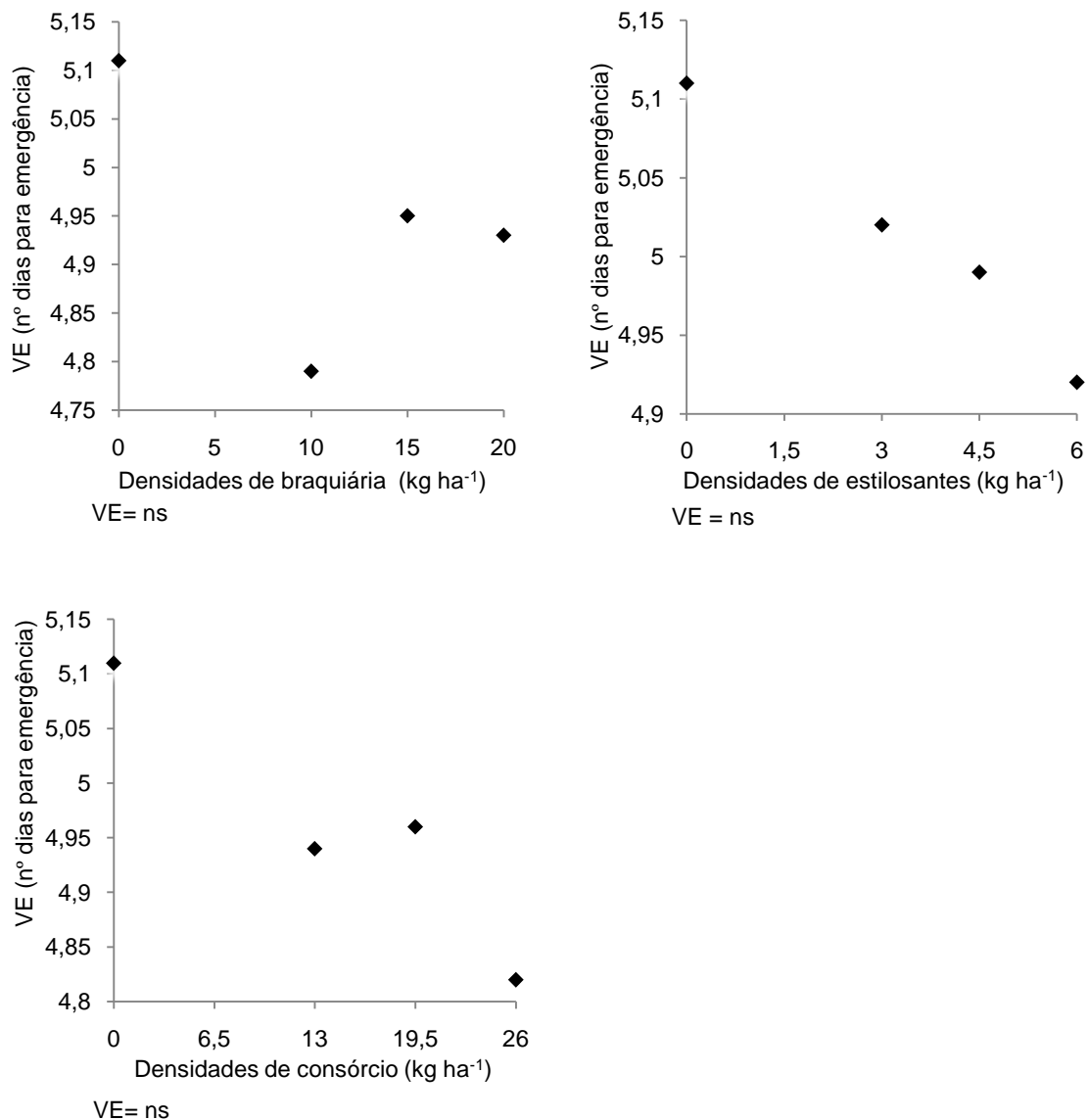
Isso possivelmente tenha ocorrido em função da capacidade das plantas invasoras causarem efeitos semelhantes às plantas de cobertura. Para Favero *et al.* (2000), as



espécies invasoras podem determinar os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies cultivadas como plantas de cobertura.

Nunes, Carvalho e Netto (2008) destacaram que o pousio, praticado desde os primórdios da agricultura, destinava-se não só a reduzir a incidência de pragas e doenças, mas também a reduzir o acúmulo de substâncias prejudiciais causada por algumas plantas quando cultivadas durante anos sucessivos.

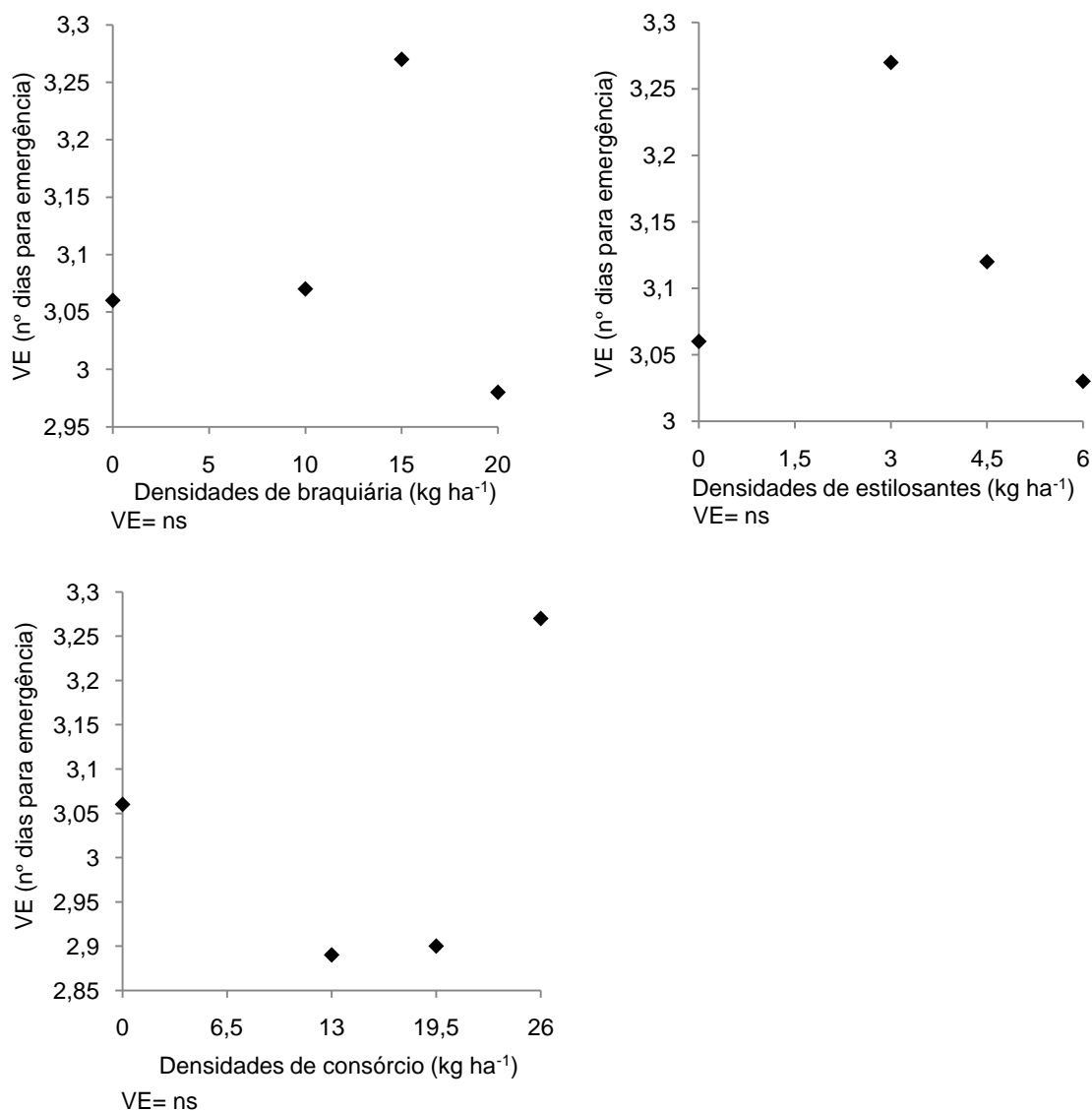
Na Figura I.16 são apresentados os valores da velocidade de emergência (VE) da cultura da soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura, para o ano agrícola 2009/2010.



**Figura I.16** Velocidade de emergência (VE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura sobre a VE da cultura da soja.

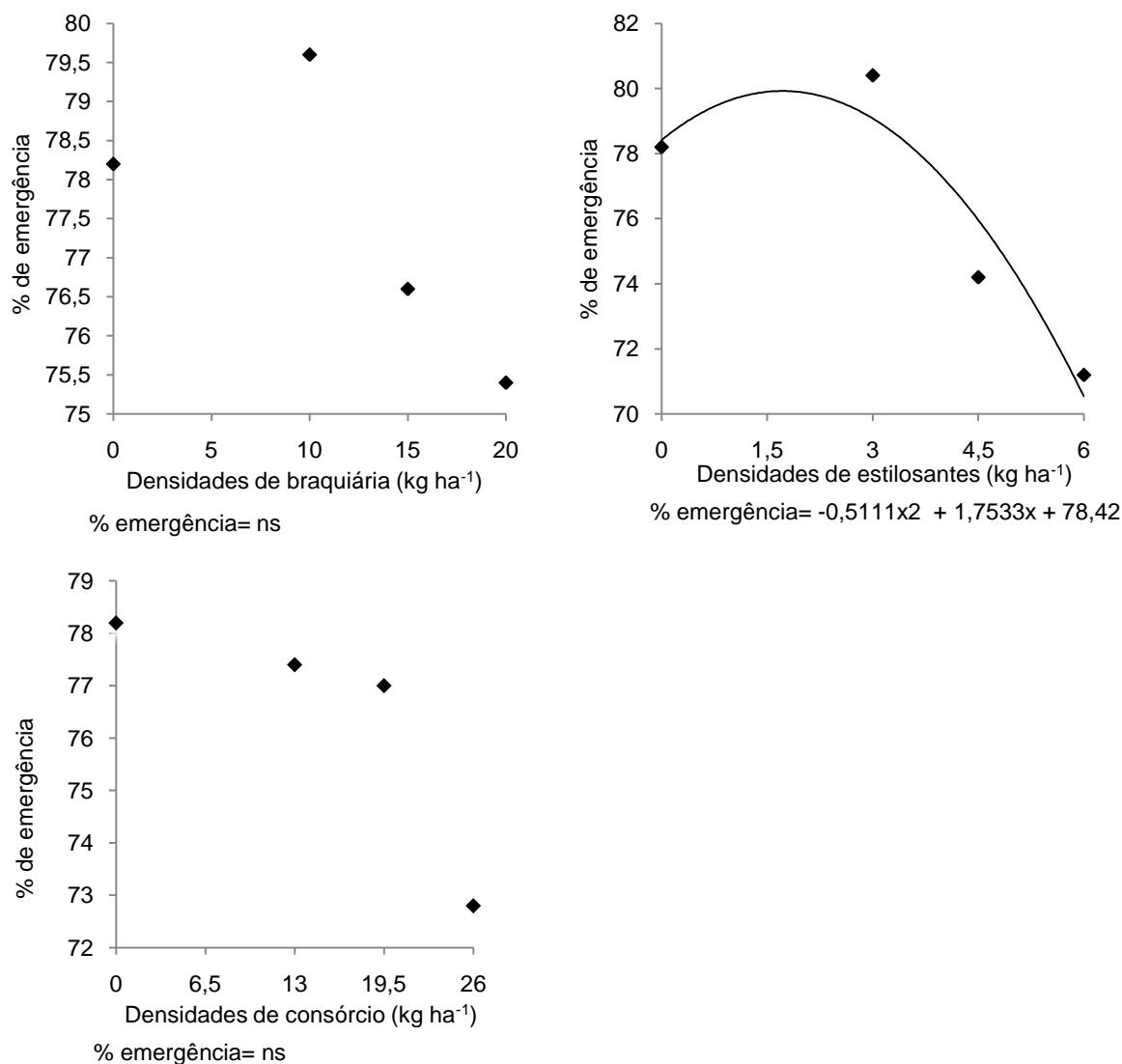
Na Figura I.17 são apresentados os valores da velocidade de emergência (VE) da cultura da soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura, para o ano agrícola 2010/2011.



**Figura I.17** Velocidade de emergência (VE) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.

De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura sobre a VE da cultura da soja.

Na Figura I.18, são apresentados os valores da porcentagem de emergência (%E) da cultura da soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura no ano agrícola 2009/2010.



**Figura I.18** Porcentagem de emergência de plântulas de soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura de estilosantes sobre a porcentagem de emergência das plântulas de soja; porém, não houve significância para braquiária e consórcio.

Para a cobertura estilosantes, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a porcentagem de emergência foi da ordem de 0,89%. A porcentagem de emergência apresentou valor máximo na densidade 1,71 kg ha<sup>-1</sup> com 80% de plântulas emersas.

Possivelmente, isso tenha ocorrido em função da menor resistência física observada na cobertura estilosantes, a qual apresentou baixa proporção de palha (Figura I.9). Segundo Morris *et al.* (2009), o manejo da palha das plantas de cobertura pode ser

problema em sistemas plantio direto, pois os resíduos da palha podem impedir ou dificultar a emergência da cultura.

Observa-se ainda, que os maiores valores de IVE (Figura I.15) e porcentagem de emergência da soja, semeada sob estilosantes, foram observados nas menores densidades de semeadura. Pelo resultado obtido, pode-se inferir que grandes concentrações de biomassa originadas pelas plantas de cobertura podem afetar a emergência e consequentemente, a produtividade da cultura da soja.

Nóbrega *et al.* (2009) observaram redução na emergência de plântulas de soja sob os resíduos vegetais das plantas de cobertura: aveia preta, azevém e consórcio de aveia preta + nabo forrageiro + ervilhaca. Além disso, o índice de velocidade de emergência, a porcentagem de emergência em areia e a massa fresca de hipocótilo das plântulas de soja foram afetadas negativamente pelas plantas de cobertura.

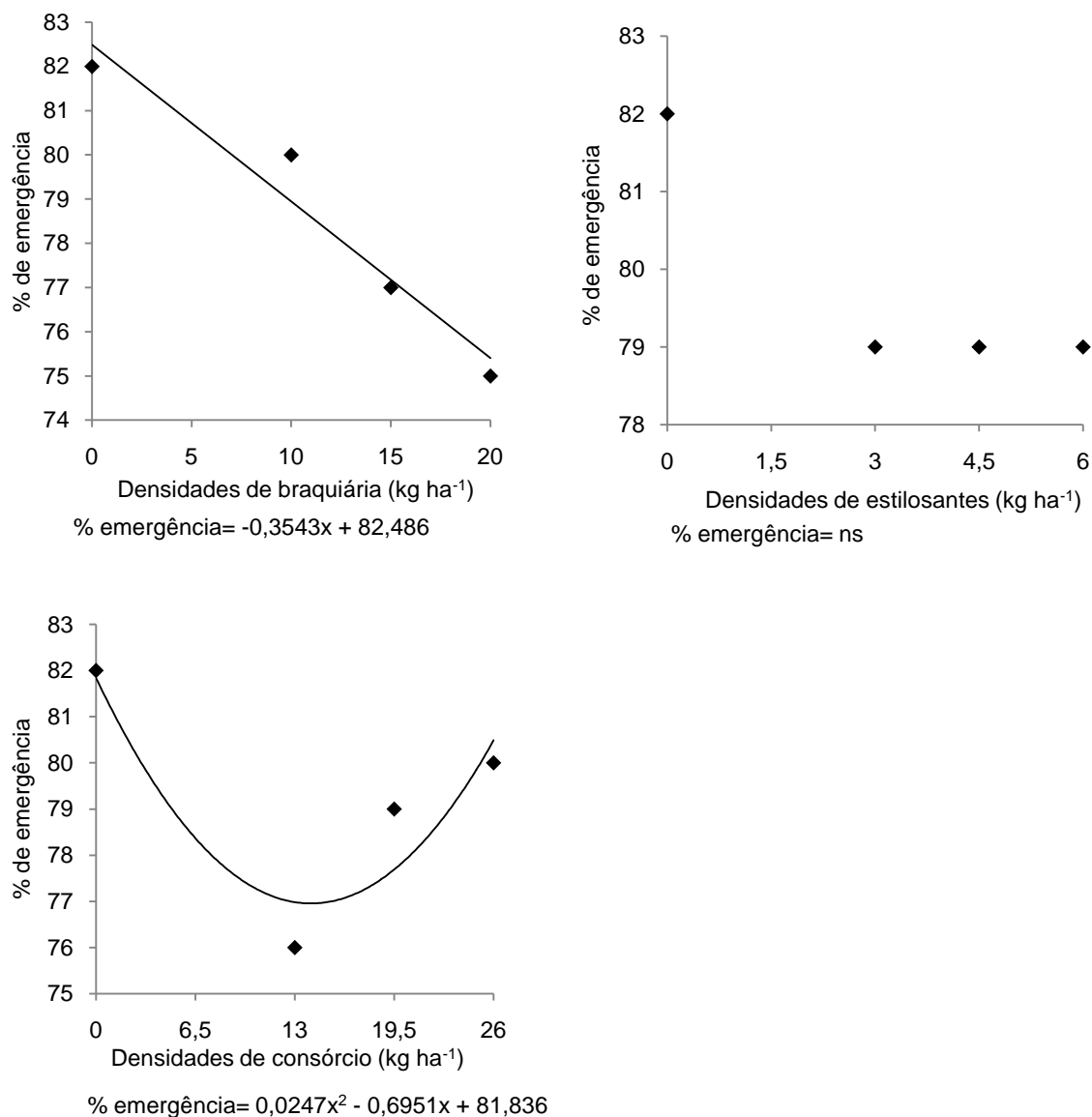
Na Figura I.19 são apresentados os valores da porcentagem de emergência (%E) da cultura da soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura, para o ano agrícola 2010/2011.

De acordo com análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das densidades de semeadura de braquiária e consórcio sobre a porcentagem de emergência de plântulas de soja, entretanto, não ocorreu diferença significativa para estilosantes.

Para a cobertura braquiária, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a porcentagem de emergência foi da ordem de 0,95%. Observa-se redução da porcentagem de emergência com aumento da densidade de semeadura. A maior porcentagem de emergência foi observada na densidade zero, enquanto que, na densidade 20 kg ha<sup>-1</sup> foi obtido valor mínimo de 75% de plântulas emersas.

Logo, os resultados observados estão de acordo com Alvarenga *et al.* (2003). Segundo os autores, o excesso de palha, originada das plantas de cobertura, pode causar problemas operacionais na semeadura e, consequentemente, prejudicar a emergência das plântulas, comprometendo o estande final da lavoura.

Entretanto, para a cobertura consórcio, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a porcentagem de emergência foi da ordem de 0,84%. Semelhante ao observado para braquiária, a maior porcentagem de emergência foi obtida na densidade zero com tendência decrescente até a densidade 13,98 kg ha<sup>-1</sup>, cuja função atinge ponto de mínimo (77%).

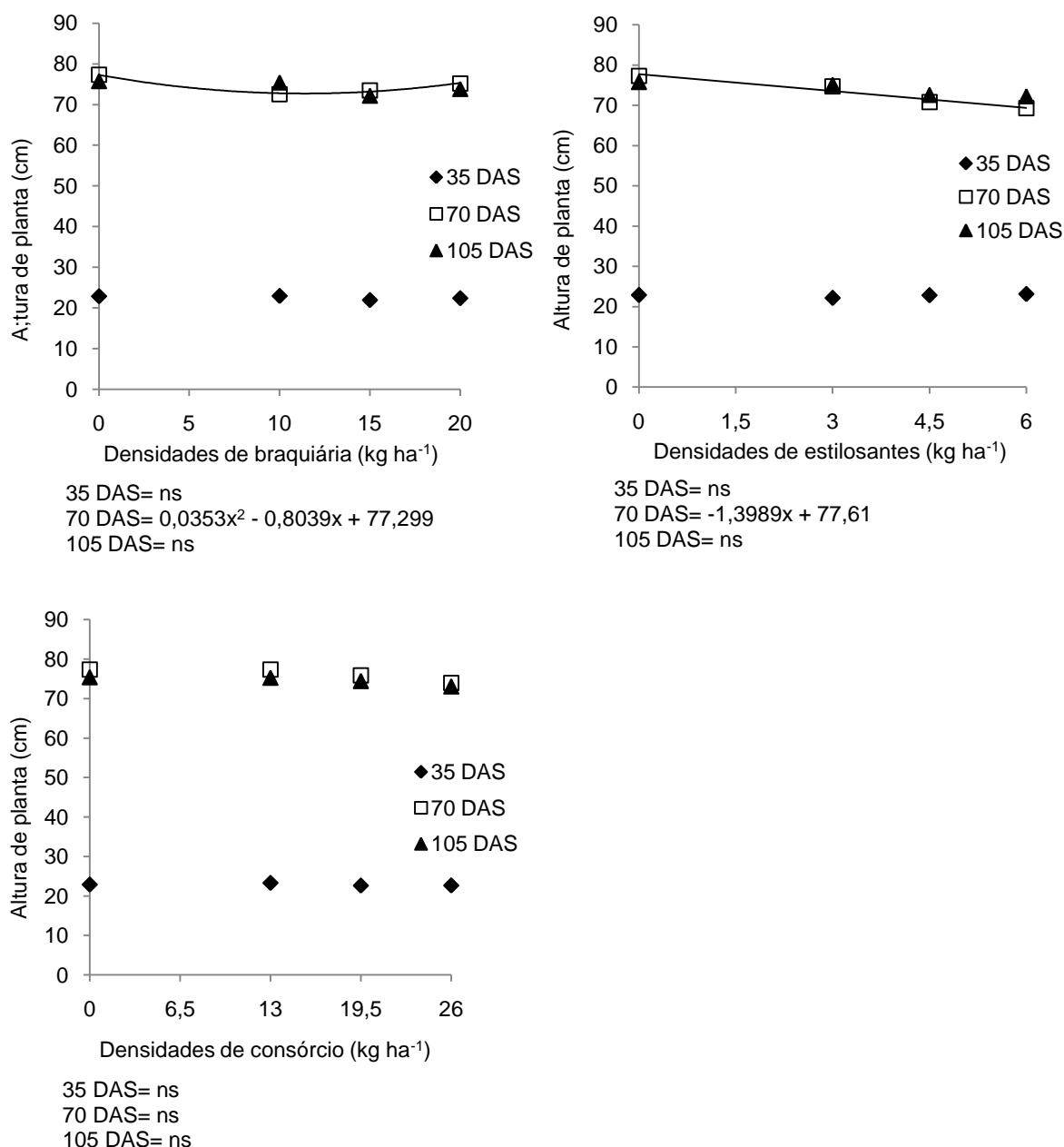


**Figura I.19** Porcentagem de emergência de plântulas de soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.

Na Figura I.20, são apresentados os resultados de altura de planta (2009/2010) em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e estilosantes sobre a altura das plantas de soja aos 70 DAS.

Na cobertura braquiária, verificou-se aos 70 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a altura de planta foi da ordem de 0,99%. A altura de planta apresentou valor mínimo de 72,72 cm, para a densidade de 11,32 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura I.20** Altura de plantas de soja (cm) aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS), cultivadas sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2009/2010.

Na cobertura estilosantes, verificou-se aos 70 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a altura de planta foi da ordem de 0,95%. Neste período, a altura de planta apresentou tendência decrescente com o aumento da densidade de semeadura, obtendo valor mínimo de 69,37 cm, para a densidade de 6 kg ha<sup>-1</sup>.

A análise de variância das densidades de semeadura do consórcio sobre a altura das plantas de soja não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos períodos avaliados. Resultados semelhantes foram observados por Lemos *et al.* (2003), os quais observaram

que não houve diferença significativa para a altura da planta quando a soja foi cultivada em sucessão ao milheto, semeado na proporção de 25 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, em parcelas com diferentes volumes de palha em função dos manejos (ceifa a cada florescimento e retirada do resíduo vegetal, ceifa a cada florescimento e permanência do resíduo vegetal, ceifa no florescimento e retirada do resíduo vegetal, ceifa no florescimento e permanência do resíduo vegetal e livre crescimento, sem ceifar) e das épocas de semeadura.

Em experimento de Rosa *et al.* (2011), foi observada influência positiva na altura das plantas de milho avaliada aos 60 DAS, quando cultivada sob as plantas de cobertura feijão guandu, mucuna anã e estilosantes. Resultados semelhantes foram observados no presente estudo, com diferença significativa positiva na altura da soja, cultivada sob as densidades das plantas de cobertura braquiária e estilosantes no período 70 DAS.

Oliveira, Carvalho e Moraes (2002), estudando os efeitos de plantas de cobertura sobre o feijoeiro, constataram que, nas espécies que produziram menor quantidade de matéria seca e/ou quando a palhada sofreu decomposição mais rápida, a altura das plantas de feijão foi menor. Segundo os autores, isso ocorreu devido à maior evaporação direta da água retida no solo, em razão da elevação da temperatura. As coberturas que ofereceram maior proteção ao solo favoreceram o crescimento das plantas de feijão.

Na Figura I.21 são apresentados os valores da altura das plantas de soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura para o ano agrícola 2010/2011.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura de braquiária aos 35 e 105 DAS.

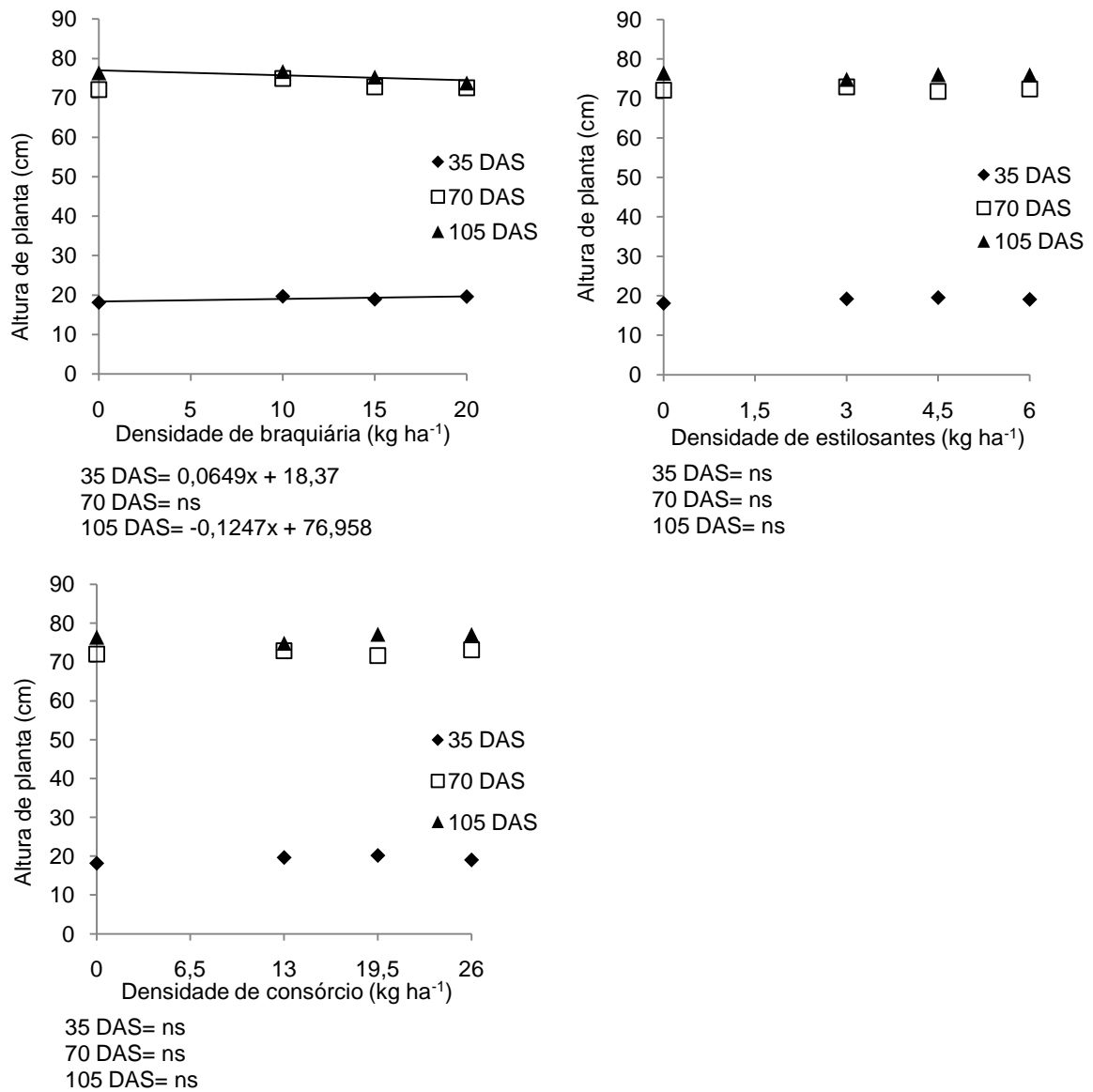
Na cobertura braquiária, verificou-se aos 35 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a altura de planta foi da ordem de 0,57%. A altura de planta apresentou valor de 19,67 cm para a densidade de 20 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 105 DAS, verificou-se melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a altura de planta foi da ordem de 0,65%. A altura de plantas apresentou valor de 74,47 cm, na densidade de 20 kg ha<sup>-1</sup>.

De acordo com a análise de variância, as densidades de semeadura de estilosantes e consórcio sobre a altura das plantas de soja não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos períodos avaliados.

Trabalhos realizados por Brandt *et al.* (2006) não identificaram diferença na altura das plantas de soja em função da sucessão de culturas em SPD. Entretanto, Souza *et al.* (2006) observaram redução no crescimento das plantas de milho, arroz, trigo, soja, feijão, algodão e braquiária pela incorporação ao solo de 3,0% (p/p) de matéria seca de *Brachiara*

*decumbens*, possivelmente, em detrimento de alterações na disponibilidade de nitrato associado à influência de aleloquímicos.

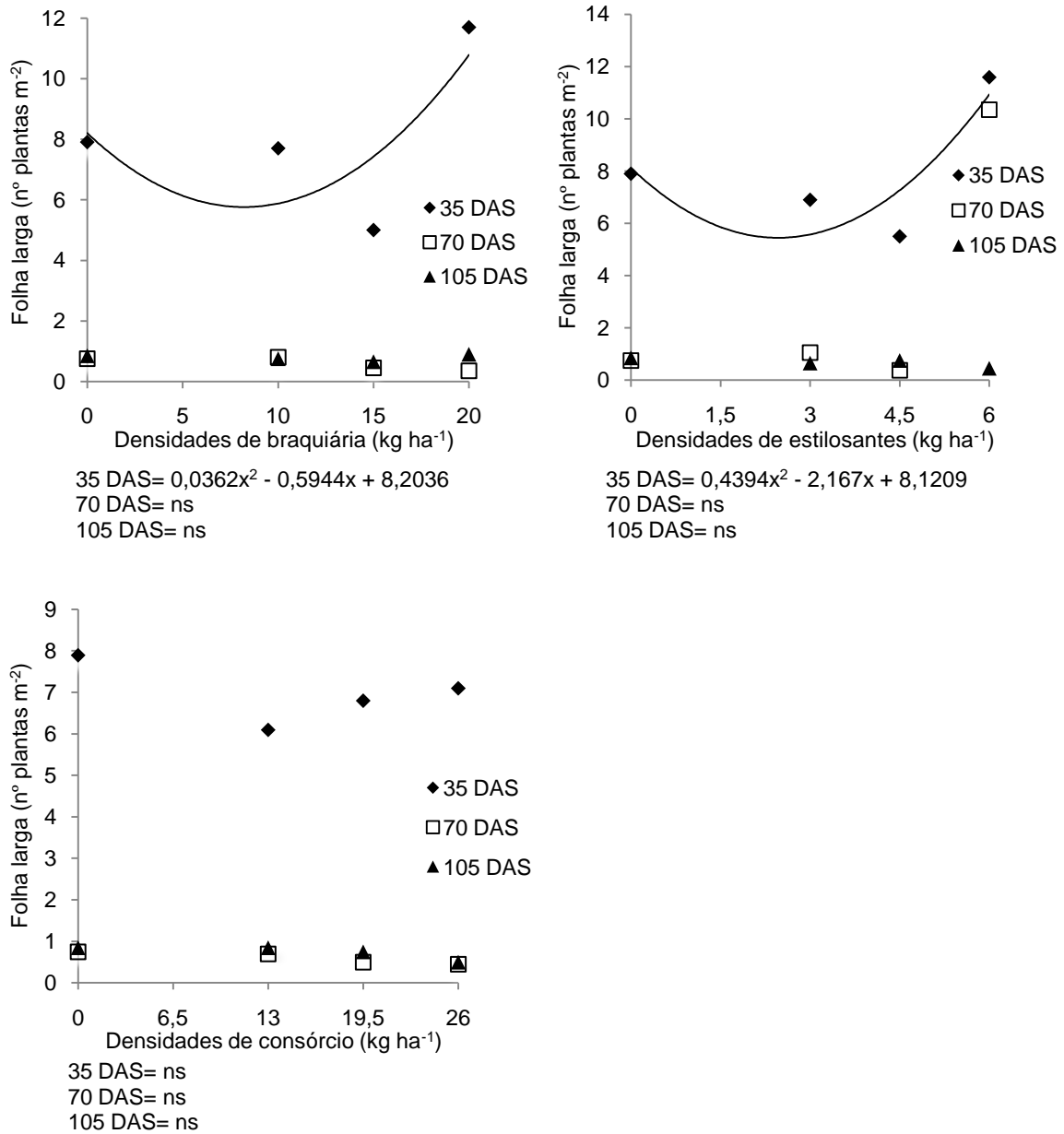


**Figura I.21** Altura de plantas de soja (cm) aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS), cultivadas sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura. Cascavel, PR - 2010/2011.

Na Figura I.22 são apresentados os valores da incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura para o ano agrícola 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e estilosantes, sob a incidência de plantas invasoras folha larga, no período 35 DAS, porém, não houve significância para consórcio.





**Figura I.22** Incidência de plantas invasoras folha larga (m<sup>-2</sup>) na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de sementeira das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após sementeira (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.

Na cobertura braquiária, verificou-se aos 35 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de sementeira, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,55%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 6 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade de 8,21 kg ha<sup>-1</sup>.

Na cobertura estilosantes, verificou-se aos 35 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de sementeira, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da

soja, foi da ordem de 0,74%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 5 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade de 2,46 kg ha<sup>-1</sup>.

Observa-se que aos 35 DAS houve aumento no número de plantas invasoras com o aumento da densidade de semeadura nas três coberturas avaliadas. Contudo, na cobertura braquiária foi observada menor massa total na maior densidade de semeadura (Figura I.8), refletindo em maior número de invasoras na cultura da soja. Mauli *et al.* (2011) verificaram redução do número de plantas invasoras com o aumento da massa das plantas de cobertura, aveia preta solteira e consórcio de aveia preta + ervilhaca comum + nabo forrageiro, na cultura da soja. Entretanto, no presente estudo, aos 70 e 105 DAS ocorreu estabilização no número de plantas invasoras, com valores aproximados entre as densidades avaliadas.

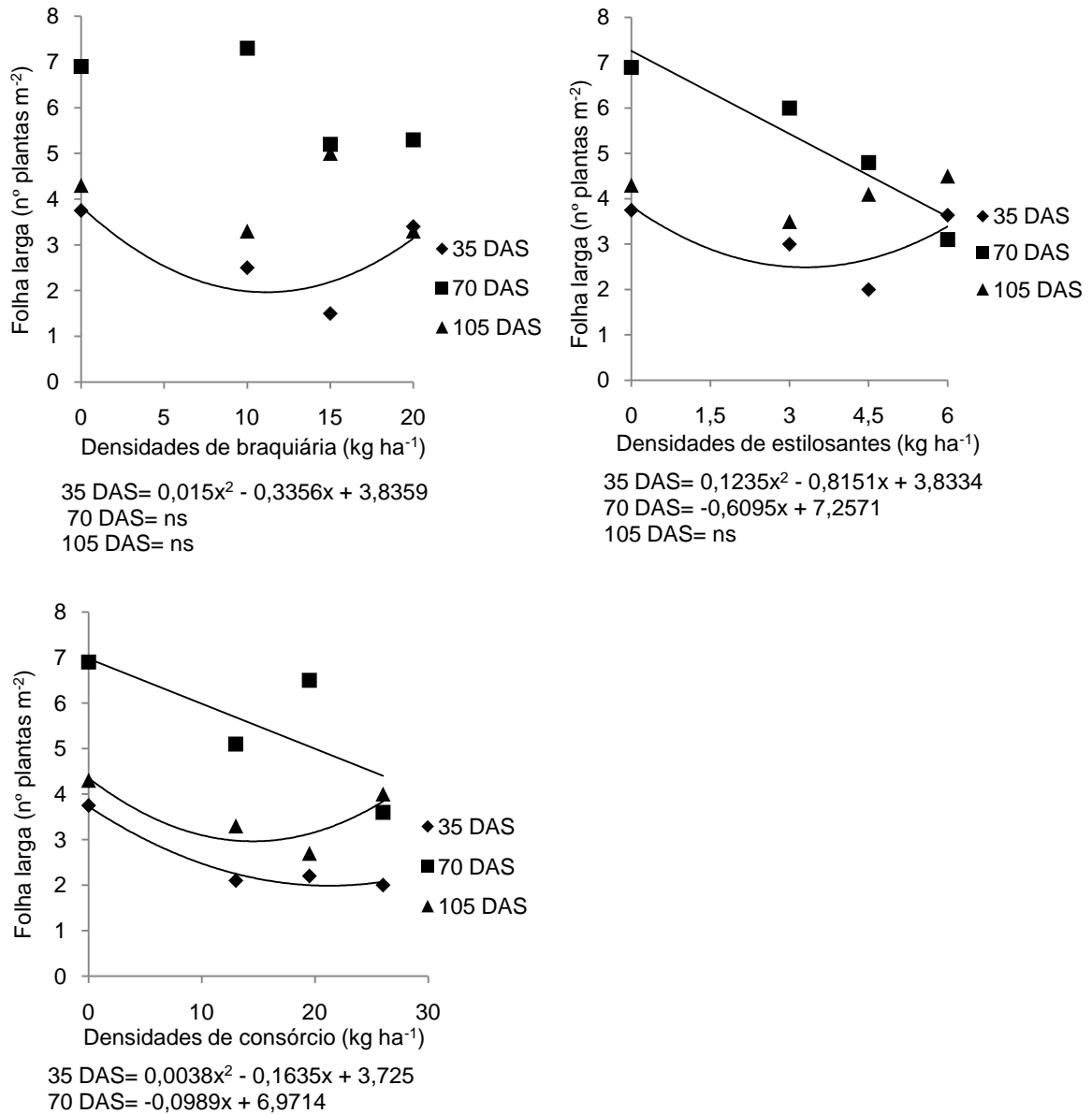
É possível inferir que os resultados obtidos neste estudo indicaram o controle das plantas invasoras folha larga incidentes na cultura da soja a partir do período 70 DAS, possivelmente, em função do maior desenvolvimento da cultura, a partir deste período, além do possível efeito alelopático das plantas de cobertura liberado em decorrência do processo de decomposição. Estudo semelhante, desenvolvido por Oliveira *et al.* (2001), recomendou a utilização da palha de milho na superfície do solo com o objetivo de reduzir o número total de invasoras na cultura do milho. Segundo os autores, as culturas semeadas sob sistema plantio direto sobre coberturas mortas densas, de lenta decomposição e com ação alelopática, pode reduzir ou mesmo dispensar o uso de herbicidas.

Na Figura I.23 são apresentados os valores da incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja semeada sob as plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades de semeadura para o ano agrícola 2010/2011.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária, no período 35 DAS, estilosantes nos períodos 35 e 70 DAS e consórcio nos períodos 35, 70 e 105 DAS, para a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja.

Para a cobertura braquiária, verificou-se aos 35 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,73%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 2 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade de 11,19 kg ha<sup>-1</sup>.

Para a cobertura estilosantes, verificou-se aos 35 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,60%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 3 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade de 3,28 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura I.23** Incidência de plantas invasoras folha larga (m<sup>-2</sup>) na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011.

Aos 70 DAS, observou-se melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,90%. Neste período, a incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 4 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade de 6 kg ha<sup>-1</sup>.

Para a cobertura consórcio, verificou-se aos 35 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da

soja, foi da ordem de 0,97%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 2 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade de 21,22 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 70 DAS, observou-se melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,54%. O número de plantas invasoras diminuiu com aumento da densidade de semeadura, com valor mínimo de 4 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade 26 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 105 DAS, foi possível observar melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,79%. O valor mínimo obtido para incidência de plantas invasoras folha larga, neste período, foi de 3 plantas m<sup>-2</sup>, na densidade 14,53 kg ha<sup>-1</sup>.

Logo, observa-se menor incidência de plantas invasoras folha larga na soja cultivada sob as plantas de cobertura braquiária e consórcio, no período 35 DAS, com 2 plantas m<sup>-2</sup>.

Segundo Oliveira et al. (2001), as forrageiras do gênero *Brachiaria* se destacam por apresentarem excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo. Pela sua agressividade e resistência, é também considerada importante competidora com espécies invasoras das culturas anuais e perenes.

Para o gênero *Brachiaria*, as informações referentes ao isolamento e à identificação de substâncias químicas responsáveis pela atividade alelopática são muito limitadas, contudo, os resultados já obtidos identificaram atividade alelopática tanto nas sementes como na parte aérea e nas raízes, sendo a parte aérea a principal fonte de substâncias químicas com atividade potencialmente alelopática (SOUZA FILHO; PEREIRA; BAYMA, 2005), possibilitando o controle de plantas invasoras e favorecendo o estabelecimento de cobertura vegetal mais densa (SOUZA FILHO; ALVES; DUTRA, 2002).

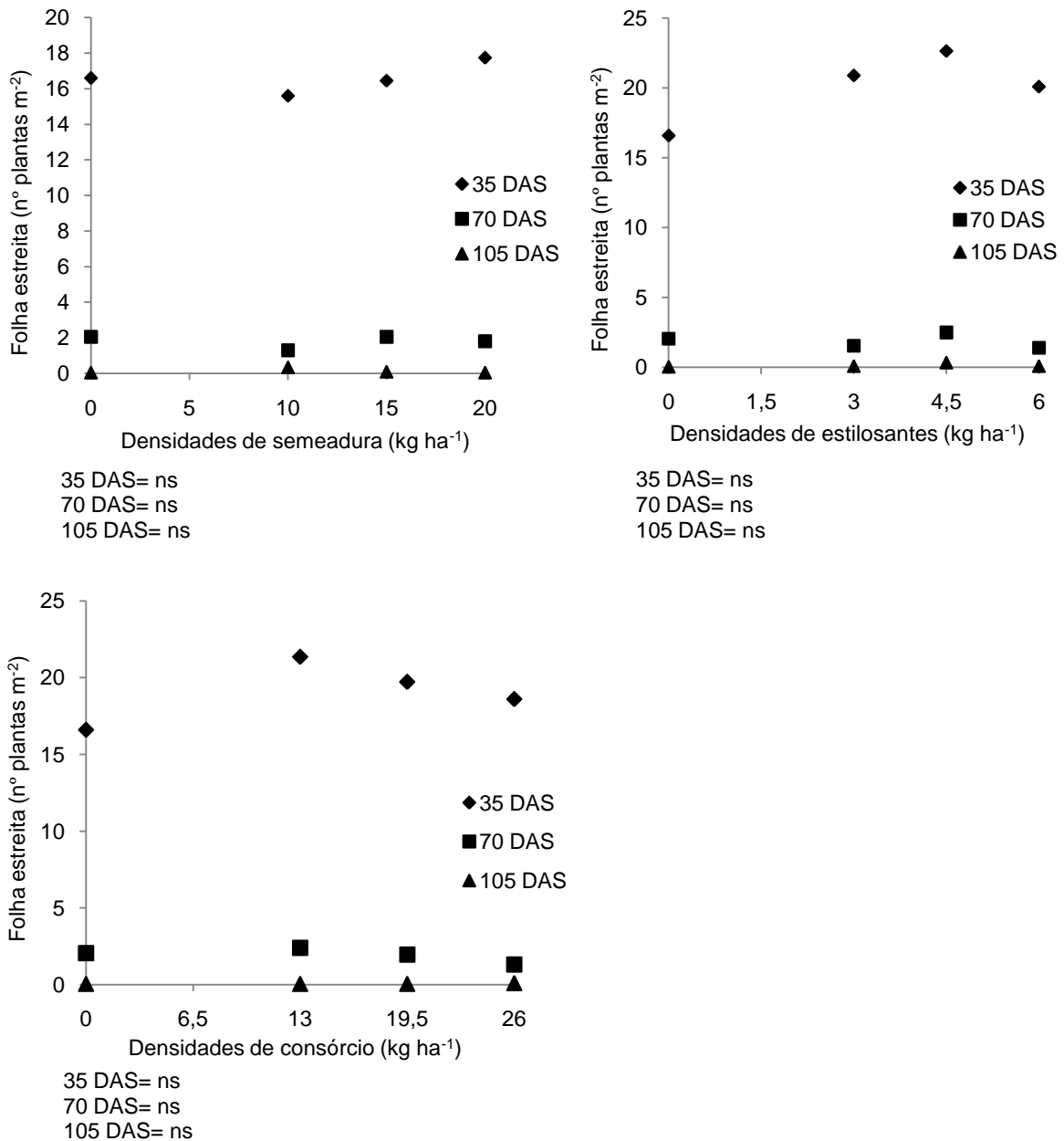
Isso condiz com os dados obtidos no presente experimento, em que a cobertura vegetal braquiária se destacou na redução de plantas invasoras e apresentou maior fitomassa total nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Contudo, Pacheco et al. (2010) enfatizaram que, para o controle de plantas invasoras, não basta que a espécie utilizada como cobertura apresente alto acúmulo de fitomassa, é importante também a manutenção dessa palhada ao longo do tempo, assim como a produção e a liberação de aleloquímicos no solo.

Gimenes et al. (2011) observaram que em sistemas consorciados, o estabelecimento conjunto de forrageiras do gênero *Brachiaria* com a cultura contribui

efetivamente para a supressão das plantas invasoras, destacando-se dentre elas, a espécie *Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard cv; semelhante ao verificado no presente estudo.

Ainda, Mateus, Crusciol e Negrisoli (2004) afirmaram que, independentemente das diferenças observadas entre as espécies de cobertura vegetal, há tendência similar de comportamento e a taxa de redução das plantas invasoras decresce progressivamente com o incremento de palhada, tendendo à estabilização a partir de 10 t ha<sup>-1</sup>.

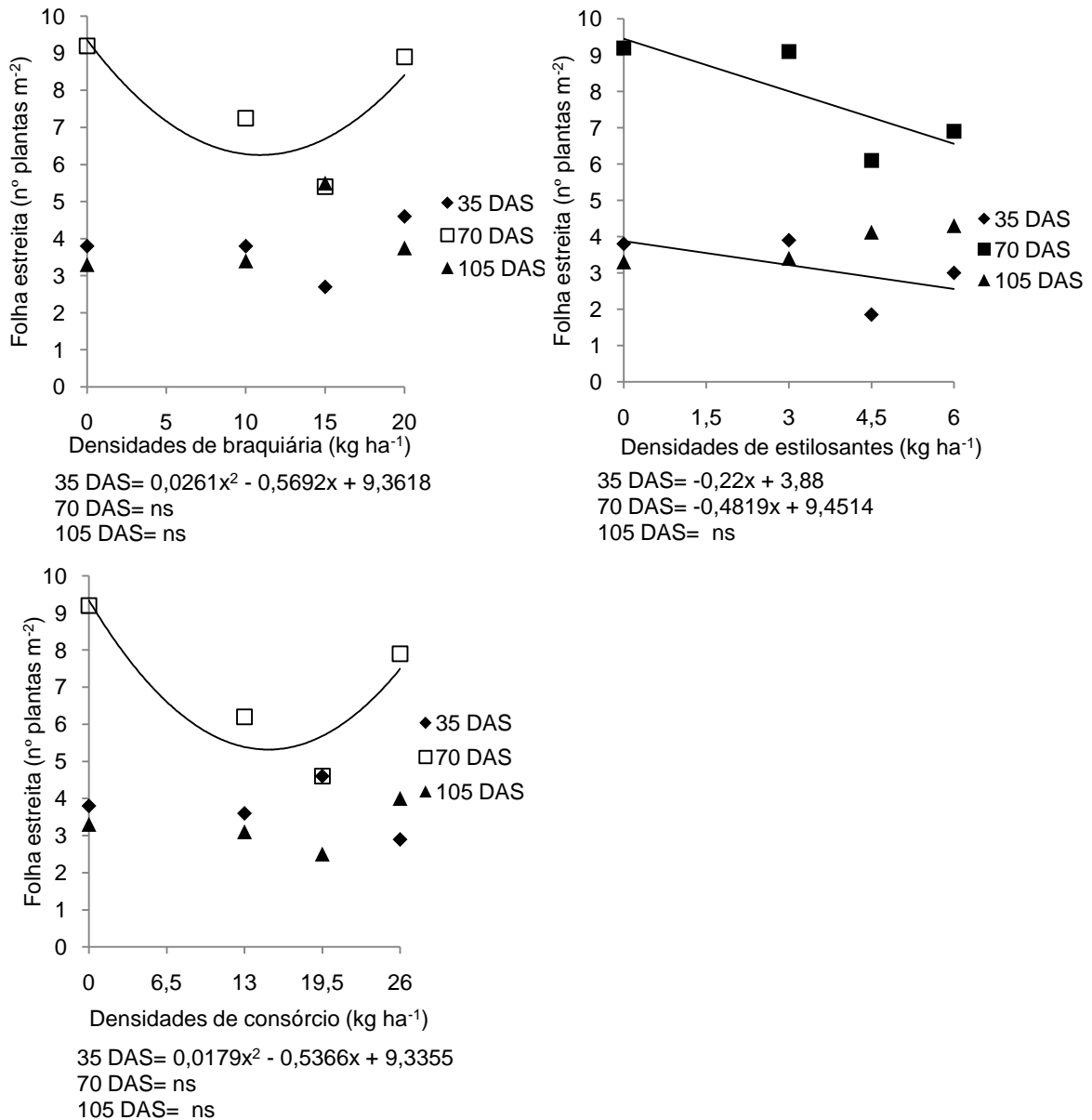
Na Figura I.24 são apresentados os resultados da incidência de plantas invasoras folha estreita (2009/2010), em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.



**Figura I.24** Incidência de plantas invasoras folha estreita m<sup>-2</sup> na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, não ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura sobre a incidência de plantas invasoras folha estreita, nos períodos avaliados.

Na Figura I.25 são apresentados os resultados de incidência de folha estreita (2010/2011) em função das densidades de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.



**Figura I.25** Incidência de plantas invasoras folha estreita m<sup>-2</sup> na cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011.

De acordo com a análise de variância, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária e consórcio no período 70 DAS e estilosantes nos períodos 35 e 70 DAS.

Para a cobertura braquiária, verificou-se aos 70 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,69%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 6 plantas  $m^{-2}$ , na densidade de 10,94  $kg\ ha^{-1}$ .

Para a cobertura estilosantes, verificou-se aos 35 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,35%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor de 3 plantas  $m^{-2}$ , na densidade de 6  $kg\ ha^{-1}$ .

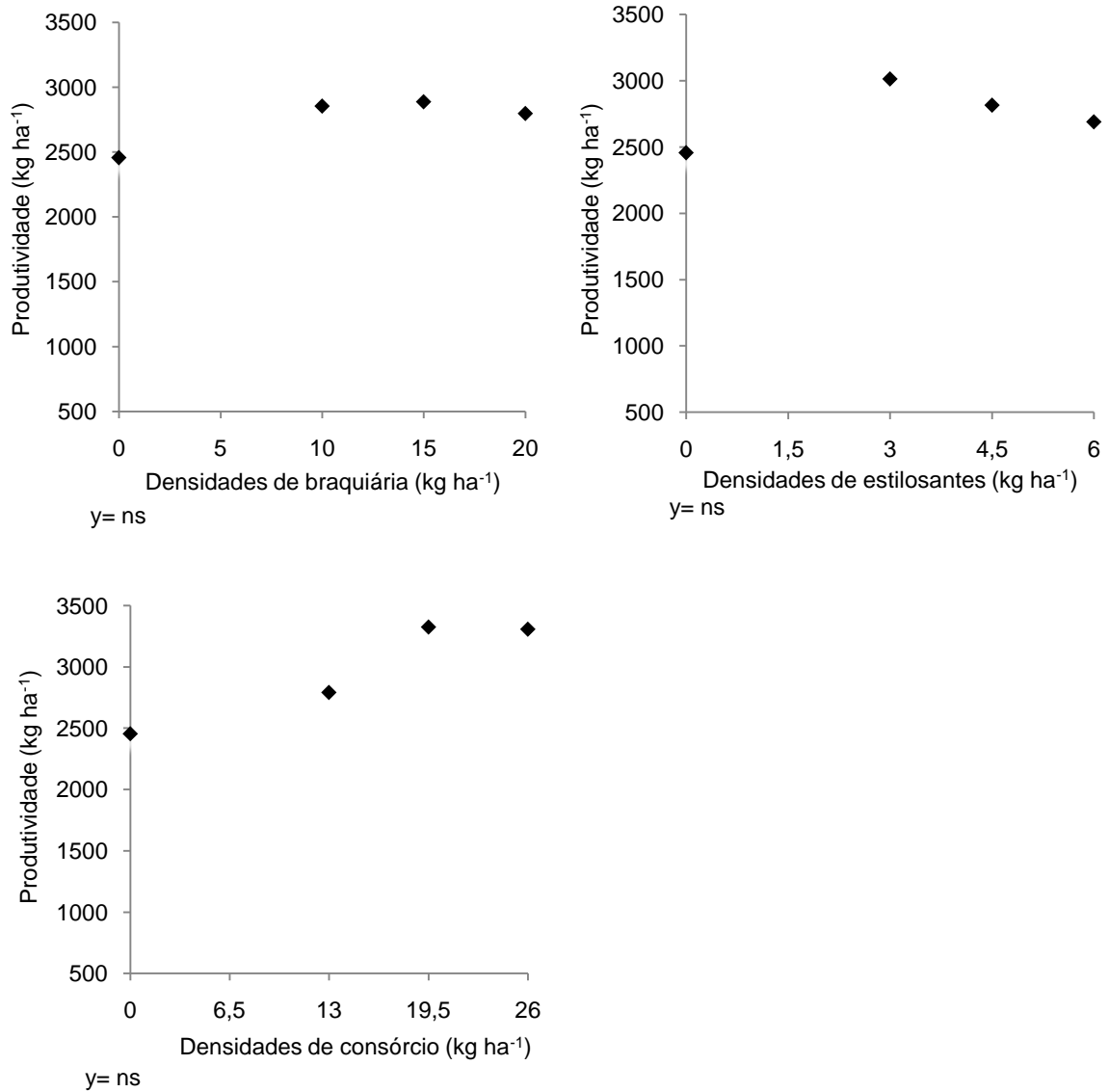
Aos 70 DAS, o melhor ajuste dos dados foi para o modelo linear cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura sobre a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,62%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor de 6 plantas  $m^{-2}$ , na densidade de 6  $kg\ ha^{-1}$ .

Na cobertura consórcio, verificou-se aos 70 DAS melhor ajuste dos dados para o modelo quadrático cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica que o efeito das densidades de semeadura, sob a incidência de plantas invasoras folha larga na cultura da soja, foi da ordem de 0,83%. A incidência das plantas invasoras apresentou valor mínimo de 5 plantas  $m^{-2}$ , na densidade de 14,99  $kg\ ha^{-1}$ .

Com exceção da cobertura estilosantes, não houve redução na incidência de plantas invasoras folha estreita na cultura da soja com o aumento da densidade de semeadura. Observa-se em alguns casos que a utilização de resíduos vegetais pode favorecer o surgimento de espécies invasoras, além de beneficiar as características físicas do solo, e as propriedades químicas e biológicas (TEJADA; HERNANDEZ; GARCIA, 2008).

Segundo Correia, Durigan e Klink (2006), embora a palha possa influenciar negativamente a germinação de sementes, ela também pode favorecer algumas espécies de plantas invasoras, devido à menor amplitude de variação térmica diária, da conservação da umidade e da melhoria química, física e biológica do solo, além da possível eliminação de substâncias alelopáticas, com a decomposição da cobertura, a qual poderia contribuir para a superação da dormência de sementes. Segundo os autores, sob estas condições, mesmo nos maiores níveis de palha, as plantas invasoras poderiam ser beneficiadas, extraindo da palha vantagens adaptativas, o que pode ter ocorrido no presente estudo para a incidência de invasoras na cultura da soja.

Na Figura I.26 são apresentados os valores da produtividade da cultura da soja, no ano agrícola 2009/2010, em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.



**Figura I.26** Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2009/2010.

De acordo com a análise de variância, não ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura sobre a produtividade da cultura da soja. Diante disso, pode-se inferir que as densidades das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio não apresentam interferência na produtividade da cultura da soja. Entretanto, observa-se tendência de maiores produtividades da cultura quando semeada sob a cobertura consórcio. Pois, o uso de sistemas consorciados, com diferentes espécies,



pode propiciar a formação de palhada na quantidade mais próxima do ideal, aumentando o rendimento de grãos e os benefícios para o sistema semeadura direta (SILVA *et al.*, 2007).

O ano agrícola 2009/2010 foi marcado por um período de déficit hídrico, durante a fase de enchimento de grãos na cultura da soja (Figura I.1). Conforme Richter e Richter (2009), os fatores ambientais, principalmente os climáticos, são apontados como os principais determinantes da variação interanual da produtividade da cultura da soja. No entanto, os prejuízos decorrentes da seca podem ser sensivelmente reduzidos com adoção de manejo adequado do solo e da cultura e consequente manutenção da cobertura do solo, com diminuição das perdas de água por evaporação (FRANCHINI *et al.*, 2009).

Segundo os autores citados acima, o aumento da estabilidade da produção de soja face à ocorrência de períodos de deficiência hídrica, requer o uso de sistemas de rotação de culturas que contemplem a implantação de espécies de plantas com grande capacidade de produção de fitomassa e caracterizadas por um sistema radicular abundante e agressivo.

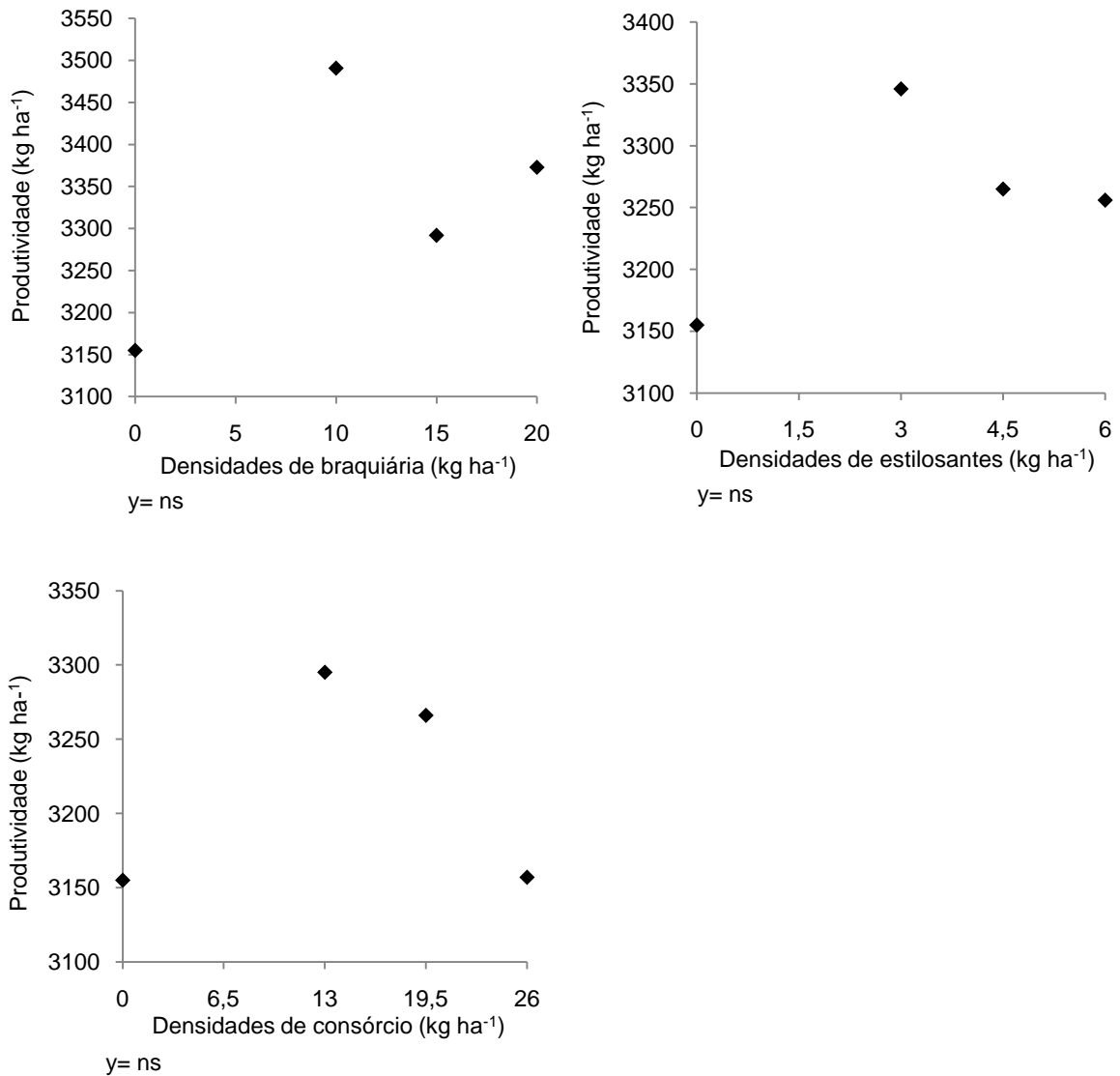
Conforme Franchini *et al.* (2009), as raízes das forrageiras tropicais, da qual é constituído o consórcio no presente estudo, formam uma rede de canais que oferecem condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular da soja, assim, em condições de estresse hídrico, o volume de solo explorado pelas raízes da soja, em busca de água e nutrientes é maior, conferindo à oleaginosa maior tolerância a períodos de seca, como o ocorrido no ano agrícola 2009/2010.

Segundo Brandt *et al.* (2006), no ano agrícola 2000/2001, com a cultivar de soja BRS 133, a rotação das culturas arroz/sorgo/arroz/feijão/milheto/soja e a sucessão soja/trigo/soja/milho/milheto/soja proporcionaram à cultura maior produtividade de grãos com 2.800 e 2.792 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, valores inferiores aos obtidos no presente estudo.

Em pesquisa desenvolvida por Mancin *et al.* (2009), sob condições de campo, no ano agrícola 2005/2006, para avaliar o desempenho agrônômico da soja sob rotação e sucessão de culturas, verificou-se baixa produtividade nas cultivares precoces da cultura (média de 1.681 kg ha<sup>-1</sup>), em decorrência de verânicos nos meses de janeiro e fevereiro, associados com altas temperaturas na fase de formação de vagens e enchimentos de grãos.

A safra 2008/2009 apresentou perdas de produtividade de até 80% na cultura da soja cultivada na região Oeste do Paraná, em decorrência de períodos prolongados sem chuva, durante os meses de novembro e dezembro (FRANCHINI *et al.*, 2009), os quais poderiam ter efeito reduzido sob manejo de plantas de cobertura.

Na Figura I.27 são apresentados os valores da produtividade da cultura da soja, no ano agrícola 2010/2011, em função da densidade de semeadura das plantas de cobertura braquiária, estilosantes e consórcio.



**Figura I.27** Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja, cultivada sob variação da densidade de semeadura das plantas de cobertura aos 35, 70 e 105 dias após semeadura (DAS). Cascavel, PR - 2010/2011.

De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade de semeadura das plantas de cobertura sobre a produtividade da cultura da soja.

Entretanto, observa-se tendência de maior produtividade da soja, quando esta foi cultivada sob a cobertura braquiária, com densidade próxima de 10 kg ha<sup>-1</sup>, obtendo-se o valor aproximado de 3.500 kg ha<sup>-1</sup>. Isso condiz com resultados obtidos por Franchini *et al.* (2009). Segundo estes autores, a *Braquiária ruziziensis* apresenta a capacidade de melhorar a estrutura do solo. Foi observado que em condições de campo, a forrageira tropical reduziu a resistência mecânica do solo à penetração em relação ao milho safrinha solteiro ou ao consórcio aveia preta + nabo forrageiro, comprovando a capacidade das raízes da *Braquiária ruziziensis* promoverem a melhoria da estrutura do solo, rompendo camadas compactas.

Comparando-se a produtividade da soja cultivada sob a cobertura braquiária obtida no presente estudo, com a média estadual de 3.360 kg ha<sup>-1</sup> e nacional de 3.106 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2011), observa-se que o resultado obtido foi superior ao padrão considerado normal para o Paraná e Brasil.

Ainda, é possível observar tendência de maiores produtividades da soja, quando cultivada sob as coberturas braquiária, estilosantes e consórcio, nas menores densidades de semeadura, o que não está, necessariamente, relacionado à menor porcentagem de cobertura do solo ou menor biomassa.

## I.6 CONCLUSÕES

Nas condições de realização do presente estudo, pode-se concluir que a utilização da cobertura vegetal *Braquiária ruzizensis*, estando ela em condição solteira ou em consórcio, é opção vantajosa para a região Oeste do Paraná, antecedendo à cultura da soja.

A espécie *Stylosanthes macrocephala* and *capitata* não apresentou desenvolvimento satisfatório, seja em condição solteira ou em consórcio, não sendo recomendada para fins de cobertura.

As maiores densidades de semeadura das plantas de cobertura proporcionaram maior efeito inibitório na incidência das plantas invasoras durante o ciclo das coberturas vegetais, entretanto, o mesmo não foi observado durante o ciclo da cultura da soja. Além disso, o aumento da densidade de semeadura não refletiu em maiores proporções de fitomassa, apesar de promover maiores porcentagens de cobertura do solo.

As variáveis índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência da soja apresentaram melhor desempenho sob as menores densidades de semeadura das plantas de cobertura.

Logo, o aumento da densidade de semeadura das plantas de cobertura com a finalidade de obtenção de maiores proporções de fitomassa e, conseqüentemente, aumentar os benefícios no sistema plantio direto, não é prática recomendada para anteceder a cultura da soja, tampouco para aumentar sua produtividade. De maneira que, benefícios podem ser alcançados com a densidade  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  para braquiária solteira e  $10 + 3 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $13 \text{ kg ha}^{-1}$ ), para consórcio entre braquiária e estilósantes.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 38-45, 1991.
- ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. Guia de herbicidas: recomendações para uso em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. 468 p.
- ALTIERI, M.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto: Holos, 2003, 226 p.
- ALVARENGA, R. C. Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos. 1993. 112 f. Tese (Doutorado em outorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- ALVARENGA, R. C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 112 p. Tese de Doutorado.
- ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; NOVOTNY, E.H. 2003. Disponível em: <http://www.paginarural.com.br/artigo/720/manejo-de-solos-plantas-de-cobertura-de-solo>. Acesso em 21/01/2011.
- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.
- AMBROSANO, E. J.; GUIRADO, N.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. B.; ARÉVALO, R. A.; SCHAMMAS, E. A.; ARCARO JÚNIOR, I.; FOLTRAN, D. E. Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. *Informações Agrônomicas*, Piracicaba, n. 112, p. 1-16, 2005.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 867-874, 2000.
- ANDRIOLI, I. Plantas de cobertura em pré-safra à cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP. 2004. 78 f. Tese (Livre-Docente) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2004.
- APHA-AWWA-WEF, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20<sup>th</sup> Edition, Washington, D.C., 1998.
- BAKNT, J.; SHAFI, M.; TARIQ JAN, M.; SHAH, Z. Influence of crop residue management, cropping system and N fertilizer on soil N and C dynamics and sustainable wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 104, n. 2, p. 233-240, 2009.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP. 1992, 247 p.
- BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian Cerrados. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 51, n. 4, p. 625-631, 2008.

BERNARDES, L.F. Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto. 2003. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2003.

BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada a plantas utilizando o isótopo  $^{15}\text{N}$ . *In*: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília: Embrapa-CNPAP, 1994. p. 471-494.

BORKERT, C. M.; GAUDENCIO, C. A.; PEREIRA, J.E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA-JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 897-903, 2000.

BORTOLINI, M. F.; FORTES, A. M. T. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 1, p. 5-10, 2005.

BORTOLUZZI, E. C., ELTZ, F. L. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 449-57, 2000.

BRANDT, E. A.; FERREIRA DE SOUZA, L. C.; VITORINO, A.; VITORINO, A. C. T.; MARCHETTI, M. E. Desempenho agrônomico de soja em função da sucessão de culturas em sistema plantio direto. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 5, p. 869-874, 2006.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto. *In*: Milho: nutrição e adubação. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2008. 204 p.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. *In*: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p. 55-73.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. *In*: CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B. MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p. 1-119.

CASÃO JR, R.; SIQUEIRA, R. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. *In*: CASÃO JR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y.R. Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. 200 p.

CHIKOYEA, D.; EKELEMEB, F.; FONTEM LUMA, A.; SCHULZC, S. Legume–maize rotation and nitrogen effects on weed performance in the humid and subhumid tropics of West Africa. *Crop Protection*, Oxford, v. 27, n. 3-5, p. 638–647, 2008.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. *In*: ZAMBOLIM, L. (Ed.) Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

COBUCCI, T.; DI STEFANO, J. G.; KLUTHCOUSKI, J. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 35). Disponível em: [www.agencia.cnptia.embrapa.br/.../circ\\_35ID-Dy3HYAsVoR.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/.../circ_35ID-Dy3HYAsVoR.pdf). Acesso em: 12 out. 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2011. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2graos\\_09.10.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2graos_09.10.pdf). Acesso em: 09 nov. 2011.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S. Dessecação antecedendo a semeadura direta pode afetar a produtividade. Informações Agronômicas: Potafos, Piracicaba, n. 109, p. 14-15, 2005.

CORDEIRO, L. A. M. A importância da rotação de culturas no sistema plantio direto. *In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO*, 2., 1999, Viçosa. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 165-190.

CORREIA, N. M.; CENTURION, M.A.P. C.; ALVES, P. L.C.A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 498-503, 2005.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U.P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.

COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. Cascavel: COAMO/COODETEC, 1998. 89 p.

CRESTANA, S.; DENARDIN, J. E.; FIGUEIREDO, R. A. A ciência na sustentabilidade dos sistemas agrícolas. *In: KARAM, D.; MASCARENHAS, M. H. T.; SILVA, J. B. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS*, 26; CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 18., 2008. Sete Lagoas. Anais... Sete Lagoas: SBCPD, Embrapa Milho e Sorgo, 2008. CD ROM.

DENARDIN, F. E.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, N. A. Sistema agrícola produtivo: fator de promoção da fertilidade integral do solo. *In: WORKSHOP SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NO ESTADO DE SÃO PAULO*, Piracicaba, 2007. Anais... Piracicaba: Fundação Agrisus; FEALQ; Campinas: Instituto Agronômico, 2007. CD ROM.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. *In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Eds). Processos biológicos no sistema solo planta: ferramentas para uma agricultura sustentável*. Embrapa Agrobiologia – Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 17-28.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA Soja. Exigências climáticas. Campo Grande: Embrapa Soja, 2003 (Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed, Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultivo e uso do estilosantes-campo-grande. Campo Grande: Embrapa gado de corte. 2007. 11 p. (Comunicado técnico 105).

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; ABOUD, A.A.S. Adubação verde com leguminosas. Brasília, DF: Embrapa Agrobiologia, 2005. 49 p. (Embrapa Informação Tecnológica).

FAGIOLI, M.; RODRIGUES, T. J. D.; ALMEIDA, A. R. P.; ALVES, P. L. C. A. Efeito inibitório da *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain. e *B. brizantha* (Hochst Ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu sobre a germinação e vigor de sementes de Guandu (*Cajanus cajan* (L.) MILLSP.). Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, v. 57, n. 2, p. 129-137, 2000.

FANCELLI, A. L. Alternativas para formação de palhada. In: WORKSHOP SOBRE O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO ESTADO DE SÃO PAULO, Campinas, 2007. Anais... Campinas: Fundação Agrisus: FEALQ ; Campinas: Instituto Agrônomo, 2007 p. 17-51.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FERNANDES, B. Cobertura vegetal do solo. 2006. Disponível em: <http://www.manah.com.br/informativos.asp?idl=37>. Acesso em: 17 abr. 2009.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, 1999.

FERREIRA, A.; ÁQUILA, M. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Brasília, v. 12 (edição especial), p. 175-204, 2000.

FERREIRA, D. F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. Revista Bioscience Journal, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

FLECK, N. G.; MACHADO, C. M. N.; SOUZA, R. S. Eficiência da consorciação de culturas no controle de plantas daninhas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 19, n. 5, p. 591 – 598, 1984.

FRANÇA, A. C.; SOUZA, I. F.; SANTOS, C. C.; OLIVEIRA, E. Q.; MARTINOTTO, C. Atividades alelopáticas de nim sobre o crescimento de sorgo, alface e picão-preto. Ciência Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1374-1379, 2008.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na produtividade dos sistemas agrícolas na América Latina. Cap. 7 p. 181-200. In: URQUIAGA,



S.; JANTALIA, C. P.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta. Embrapa Agrobiologia. Brasília, 2005. 368 p.

FRANKEN, E. M.; KLEINUBING, C. E.; HAHN, L.; HAHN, M. Plantas de cobertura do solo: produção de biomassa e efeito na cobertura e densidade do solo. 2008. Disponível em: <http://www.ic-ufu.org/anaisufu2008/PDF/SA08-10965.PDF>. Acesso em: 1 jan. 2011.

FUENTES, M.; BRAM, G.; LEÓN, F.; HIDALGO, C.; DENDOOVEN, L.; SAYRE, K. D.; ETCHEVERS, J. Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality. *European Journal of Agronomy*, Amsterdam, v. 30, n. 3, 228–237, 2009.

GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. *European Journal of Agronomy*, Amsterdam, v. 28, n. 4, 579–585, 2008.

GAUDENCIO, C. A.; COSTA, J. M.; WOBETO, C.; OLIVEIRA, M. C. N.; RODRIGUEZ, J. E. A.; METHO, Y. R.; WOBETO, F. J.; SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F.; SARAIVA, O. F.; BAIRRÃO, J. F. M.; RABELO, R. R. Rotação de cultura. *In: Embrapa Soja: A cultura da soja no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

GIMENES, M. J.; POGETTO, M. H. F. A. D.; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R. S.; ALMEIDA COSTA, S. I.; SOUZA, E. F. C. Interferência de *Brachiaria ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 3, p. 931-938, 2011.

HIRATA, S. A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A.; GOLLA, A. R.; NARITA, N. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. *Planta daninha, Viçosa*, v. 27, n. 3, 2009.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SIMEPAR - SIMEPAR. Tecnologia e informações ambientais, 2011. Disponível em: <http://www.simepar.br/>. Acesso em: 2 jun. 2011.

JAKELAITIS, A.; SANTOS, C. L.; BORCHARTT, L.; VALADÃO, F. C. A.; PITTELKOW, F. K. Efeitos de resíduos vegetais e de herbicidas sobre as plantas daninhas e a produção do feijoeiro-comum. *Revista Caatinga, Mossoró*, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2010.

LEMONS, L. B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; CHIGNOLI JUNIOR, W.; SILVA, T. R. B. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milheto sobre a soja em sucessão em plantio direto. *Bragantia, Campinas*, v. 62, n. 3, p. 405-415, 2003.

LOPES, S. A.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, 2004. 110 p.

MACHADO, S. Allelopathic potential of various plant species on downy brome: implications for weed control in wheat production. *Agronomy Journal, Madison*, v. 99, n. 1, p. 127-132, 2007.

MAGUIRE, J. D. Seeds of germination-aid selection and evaluation seedling emergence and vigor. *Crop Science, Madison*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MANCIN, C. R.; FERREIRA SOUZA, L. C.; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Desempenho agrônomo da soja sob diferentes rotações e sucessões

de culturas em sistema plantio direto. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 1, p. 71-77, 2009.

MARODIM, V. S.; COSTA, E. C.; THUM, A. B.; OHSE, S.; O plantio direto e sua influência na população faunística nas culturas de *Oryza sativa* e *Zea mays*. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana*, v. 5/6, n. 1, p. 83, 1999.

MARTINS, M. R.; CORA, J. E.; JORGE, R. F.; MARCELO, A. V. Crop type influences soil aggregation and organic matter under no-tillage. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, n. 1, 104, p. 22–29, 2009.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

MAULI, M. M.; NÓBREGA, L. H. P. ; ROSA, D. M.; LIMA, G. P.; RALISH, R. Variation on the amount of winter cover crops residues on weeds incidence and soil seed bank during an agricultural year. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 54, n. 4, p. 683-690, 2011.

MESCHEDE, D. K. et al. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**. Viçosa, v.25, n.3, p.465-471. 2007.

MINITAB INC. Minitab Release14. Statistical Software for Windows®. 8Mb.

MIYASAKA, S.; NAGAI, K.; SAKITA, M. N. ; MIYASAKA, N. S. Manejo de biomassa e do solo com vistas à agricultura sustentável. *In: MIYASAKA, S. Manejo da biomassa e do solo visando à sustentabilidade da agricultura brasileira*. São Paulo: Fundag, 2008. 192 p.

MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E., BRANDOLT, R. R.; TIRONI, S. P.; OLIVEIRA, C.; MARKUS, C. Efeito alelopático de plantas de cobertura, na superfície ou incorporadas ao solo, no controle de picão-preto. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana*, v. 17, n. 1, p. 51-67, 2010.

MORRIS, N. L.; MILLER, P. C. H.; ORSON, J. H.; FROUD-WILLIAM, R. J. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 108, n. 1-2, p. 1-15, 2010.

MORRIS, N. L.; MILLER, P. C. H.; ORSON, J. H.; FROUD-WILLIAM, R. J. The effect of wheat straw residue on the emergence and early growth of sugar beet (*Beta vulgaris*) and oilseed rape (*Brassica napus*). *European Journal of Agronomy*, Amsterdam, v. 30, n. 3, p. 151–162, 2009.

MURAISHI, C. T.; LAZARINI, A. J. F. L.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F. G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. (Ed) Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes*. Londrina: ABRATES, 1999.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. *et al.* Estresses de ordem ecofisiológica. *In: BONATO, E.R. (Ed.) Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 254 p.

NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; MARTINS, G. I.; MENEGHETTI, A. M. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill) sob cobertura vegetal. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 3, p. 461-465, 2009.

NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M.; NETTO, J. B. A. A. Alelopatia: ferramenta importante no manejo de sistemas agrícolas de produção. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2002. (Circular Técnica 28). Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/download/CT28.pdf>. Acesso em: 22 out. 2008.

NUNES, U. R.; SANTOS, N. F.; FARNEZI, M. M. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; PEREIRA, G. D. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em plantio direto sobre diferentes coberturas de plantas em Diamantina, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1737-1743, nov./dez., 2007

OLIVEIRA, C. B., NÓBREGA, L. H. P., PRIOR, M.; SORDI, M., LOPES, A.P. Avaliação do comportamento de cultivares de soja sob dois sistemas de cultivo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA*, 19, 2000, Fortaleza. Anais.... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-Rom.

OLIVEIRA, M. R.; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, J. C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 37-41, 2001.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; PETTER, F. A. Profundidade de semeadura e crescimento inicial de espécies forrageiras utilizadas para cobertura do solo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 5, 2010.

PENTEADO, S. R. Adubação verde e produção de biomassa: melhorias e recuperação dos solos. Campinas, SP: Livros Via Orgânica, 2007. 164 p.

PEREIRA, F. A. R.; VELINI, E. D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 355-363, 2003.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M. CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PICCOLO, G.; ROSA, D. M.; MARQUES, D. S.; MAULI, M. M.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático de capim limão e sabugueiro sobre a germinação de guanxuma. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 28, n. 3, p. 381-386, 2007.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14. ed., Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informações Agropecuárias*, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

RATHKE, G. W.; WIENHOLD, B. J.; WILHELM, W. W.; DIEPENBROCK, W. Tillage and rotation effect on corn–soybean energy balances in eastern Nebraska. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 60–70, 2007.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. *Boletim Agropecuário*, Lavras, n. 54, p. 1-55. 2003.

RICHTER, I. U.; RICHTER, R. L. Análise histórica da precipitação pluvial para a cultura da soja. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 111, 2009.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A. Alelopatia em plantas forrageiras. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 18 p.

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; MAULI, M. M. Desempenho da cultura do milho implantada sobre resíduos culturais de leguminosas de verão em sistema plantio direto. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1287-1296, 2011.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M. Rotação de culturas. *In: -----*. Rotação de culturas em plantio direto. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. p. 13-132.

SARAIVA, O. F.; TORRES, E. Manejo do solo. *In: A cultura da soja no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos o milho em sucessão. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SILVA, W. A.; NOBRE, A. P.; LEITES, A. P.; SILVA, M. S. C.; LUCAS, R. C.; RODRIGUES, O. G. Efeito alelopático de extrato aquoso de *Amburana cearensis* A. Smith na germinação e crescimento de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). *Agropecuária Científica no Semi-árido*, Patos, v. 2, n. 1, p. 49-54, 2006.

SILVEIRA, E. C. Embrapa mostra consórcio de gramíneas e leguminosas. 2006. Disponível em: [http://fnp.com.br/agricultura/cana/integra\\_noticia.php?idNoticia](http://fnp.com.br/agricultura/cana/integra_noticia.php?idNoticia). Acesso em: 1 out. 2007.

SKÓRA NETO, F.; PASSINI, T.; RODRIGUES, B. N. Manejo de plantas daninhas. *In: IAPAR/ITAIPU*. (org.). Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR, 2006, p. 143-155. v. 1.

SOUZA FILHO, A. P. S. Alelopatia e as plantas daninhas da Amazônia. 2008. Disponível em: [www.sbcpd.org/portal/images/stories/downloads/.../alelopatia.pdf](http://www.sbcpd.org/portal/images/stories/downloads/.../alelopatia.pdf). Acesso em: 11 set. 2011.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; DUTRA, S. Estádio de desenvolvimento e estresse hídrico e as potencialidades alelopáticas do capim-marandu. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 25-31, 2002.

SOUZA FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Braquiária humidicola*. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 25-32, 2005.

SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Effects of aqueous extracts of *Leucaena* on germination and radicle elongation of three forage

grasses. *In*: MACIAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLIE, H. G. Recent advances in allelopathy: a science for the future. Cadiz: International Allelopathy Society, 1999. p. 393-396. v. 1.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C. A. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. Planta daninha, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.

STRATTON, M. L.; RECHCIGL, J. E. Organic mulches, wood products, and composts as soil amendments and conditioners. *In*: Handbook of soil conditioners. Marcel Dekker, New York. 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004, 722 p.

TEJADA, M.; HERNANDEZ, M. T.; GARCIA, C. Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v. 102, n. 1, p. 109-117, 2008.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. Bragantia, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. Acta Scientiarum Agronomy. Maringá, v. 28, n. 3, p. 379-384, 2006.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Potencial alelopático de coberturas de inverno no desenvolvimento de plântulas de soja. Revista Varia Scientia, v. 2, n. 2, p. 19-26, 2002.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 27, p. 287-292, 2005.

UCHINO, H.; IWAMA, K.; JITSUYAMA, Y.; YUDATE, T.; NAKAMURA, S. Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. Field Crops Research. Amsterdam, v. 113, n. 3, p. 342-351, 2009.

URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na produtividade dos sistemas agrícolas na América Latina. *In*: -----. Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta. Embrapa Agrobiologia. Brasília, 2005. p. 181-200.

## CAPÍTULO II

### QUALIDADE FISIOLÓGICA E NUTRICIONAL DA SEMENTE DE SOJA EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE SEMEADURA DA COBERTURA DO SOLO

#### RESUMO

Sementes de soja foram submetidas a análises em laboratório, com o objetivo de determinar a influência das coberturas e densidade de semeadura de braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), estilosantes (*Stylosanthes capitata e macrocephala*) e consórcio das duas espécies sobre a qualidade fisiológica e nutricional da semente da soja cultivada sobre essas coberturas. A soja foi cultivada nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, em condições de campo, no município de Cascavel, região Oeste do Paraná após manejo das plantas de cobertura. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, três coberturas vegetais (braquiária, estilosantes e consórcio de braquiária + estilosantes), distribuídos em quatro níveis de densidade de semeadura (0; 10; 15 e 20 kg ha<sup>-1</sup>; 0; 3; 4,5 e 6 kg ha<sup>-1</sup>; e 0; 10 + 3; 15 + 4,5 e 20 + 6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), todos com cinco repetições. As parcelas foram demarcadas com 3,5 m x 4,5 m, tendo área útil de 8,75 m<sup>2</sup>. Após a colheita, as sementes foram armazenadas em sacos de papel multifoliado, em condições de laboratório até o término das avaliações. A porcentagem de germinação, grau de umidade, massa de 100 sementes, envelhecimento acelerado, pureza, teores de lipídios e proteína foram avaliados. Os dados dos testes de laboratório foram avaliados quanto à normalidade, homocedasticidade, ANOVA; as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Concluiu-se que a utilização dos resíduos vegetais originados das plantas de cobertura é uma prática importante para obtenção de sementes de soja de qualidade, seja ela fisiológica ou nutricional.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; *Brachiaria ruziziensis*; *Stylosanthes capitata e macrocephala*; cobertura vegetal; densidade de semeadura.

## PHYSIOLOGICAL AND NUTRITIONAL QUALITY OF SOYBEAN SEED AS DEPENDING ON PLANTING DENSITY OF GROUND COVER

### ABSTRACT

Soybean seeds were subjected to laboratory analysis aiming at determining the influence of cover crops and density of *brachiaria* (*Brachiaria ruziziensis*), *stylosanthes* (*Stylosanthes capitata* and *macrocephala*) and consortium of two species on the physiological and nutritional quality of seeds produced from soybean crops. Soybeans were grown in the agricultural years 2009/2010 and 2010/2011 under field conditions in the city of Cascavel, western Paraná after the management of cover crops. The experimental design was completely randomized in 3 x 4 factorial arrangement, three cover crops (*brachiaria*, *stylosanthes* and *brachiaria* consortium + *stylosanthes*) distributed in four levels of sowing density (0, 10, 15 and 20 kg ha<sup>-1</sup>, 0; 3; 4.5 and 6 kg ha<sup>-1</sup>, and 0, 10 + 3; 15 + 4.5 e 20 + 6 kg ha<sup>-1</sup>, respectively), each with five replicates. Plots were demarcated with 3.5 m x 4.5 m and 8.75 m<sup>2</sup> floor area. After harvest seeds were stored in multiwall paper bags under laboratory conditions until completion of assessments. We assessed germination percentage, moisture content, weight of 100 seeds, accelerated aging, purity, lipids and protein. The data from laboratory tests underwent analysis of normality and homoskedasticity, ANOVA and the means were compared by the Skott-Knott test at 5% probability. It is concluded that the use of vegetable waste originated from the plant cover is an important practice for obtaining soybean seeds with physiological and nutritional quality.

**Keywords:** *Glycine max*; *Brachiaria ruziziensis*; *Stylosanthes capitata* and *macrocephala*; vegetation crop; seeding density.

## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>   | <b>105</b> |
| <b>II.1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>108</b> |
| <b>II.2 OBJETIVOS .....</b>  | <b>109</b> |
| II.2.1 Objetivo geral .....  | 109        |
| II.2.2 Objetivos específicos.....  | 109        |
| <b>II.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>  | <b>110</b> |
| II.3.1 Produção e tecnologia de sementes.....  | 110        |
| II.3.1.1 Qualidade fisiológica de sementes .....   | 111        |
| II.3.1.2 Qualidade nutricional: composição química e a influência das condições ambientais e dos tratos culturais..... | 118        |
| <b>II.4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>121</b> |
| II.4.1 Produção da semente.....  | 121        |
| II.4.2 Determinação da produtividade e qualidade de sementes.....  | 122        |
| II.4.3 Dados climatológicos durante o período experimental.....  | 124        |
| II.4.4 Delineamento experimental .....   | 124        |
| <b>II.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>  | <b>125</b> |
| II.5.1 Qualidade fisiológica de sementes .....   | 125        |
| II.5.2 Qualidade nutricional de sementes.....  | 136        |
| II.5.3 Produtividade da cultura da soja.....   | 140        |
| <b>II.6 CONCLUSÃO .....</b>  | <b>143</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>144</b> |



## LISTA DE TABELAS

- Tabela II.1** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para porcentagem de sementes puras obtidas no teste de pureza das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio, nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... 126
- Tabela II.2** Porcentagem de sementes puras, obtida no teste de pureza da soja cultivada sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) . 127
- Tabela II.3** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV). para porcentagem de germinação das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) ..... 128
- Tabela II.4** Porcentagem de germinação das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) ..... 128
- Tabela II.5** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para o grau de umidade (%) das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... 129
- Tabela II.6** Grau de umidade das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado, intermediário e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... 130
- Tabela II.7** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para a massa de 100 sementes das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... 130

- Tabela II.8** Massa de 100 sementes, das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) ..... 131
- Tabela II.9** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para o vigor (%) das sementes de soja, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado, cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) ..... 132
- Tabela II.10** Vigor determinado pelo teste de envelhecimento acelerado das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... 133
- Tabela II.11** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para porcentagem de sementes enrugadas obtidas no teste de pureza das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) ..... 134
- Tabela II.12** Porcentagem de sementes enrugadas, obtidas no teste de pureza da soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado, intermediário e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) . 135
- Tabela II.13** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para teores de lipídios (%) das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... 136
- Tabela II.14** Teores de lipídios (%) das sementes de soja produzidas sob coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... 137
- Tabela II.15** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para teores de proteína (%) das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado,

|                     |  |     |
|---------------------|--|-----|
|                     | intermediário e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011).....   | 138 |
| <b>Tabela II.16</b> | Teor de proteína das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado, intermediário e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011).....                   | 139 |
| <b>Tabela II.17</b> | Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para produtividade da cultura da soja cultivada sob as coberturas vegetais braquiária nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011) ..... | 141 |
| <b>Tabela II.18</b> | Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da cultura da soja cultivada sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)..... | 141 |

## II.1 INTRODUÇÃO

A qualidade das sementes é fator determinante para a produtividade. Dela depende o bom estabelecimento e desenvolvimento da cultura, a viabilidade sob condições adversas e as características nutricionais, importantes para o setor industrial.

Entretanto, as sementes produzidas sob manejo sistema plantio direto com rotação de culturas são pouco estudadas, em condições específicas de ambiente e plantas de cobertura.

As plantas utilizadas como cobertura vegetal apresentam características nutricionais diferenciadas e a disponibilidade de nutrientes serve como subsídio durante a formação da semente, logo, influencia sua composição química e qualidade fisiológica. Dessa forma, o manejo das plantas de cobertura e a composição dos resíduos vegetais devem estar adequados às necessidades da cultura agrícola e interesse a que se destina.

Portanto, são necessários estudos referentes às condições de manejo, normalmente, observadas no sistema plantio direto e sua relação na qualidade fisiológica e nutricional das sementes, além da produtividade das espécies cultivadas.

## II.2 OBJETIVOS

### II.2.1 Objetivo geral

- ✓ Verificar se a densidades de sementes das coberturas vegetais braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), estilosantes (*Stylosanthes macrocephala e capitata*) e consórcio de braquiária e estilosantes influenciam na qualidade fisiológica e nutricional das sementes de soja.

### II.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de soja pelos testes: porcentagem de germinação, grau de umidade, massa de 100 sementes, vigor pelo teste de envelhecimento acelerado e pureza;
- ✓ Avaliar a qualidade nutricional das sementes de soja pelos testes: teor de lipídio e proteína das sementes de soja.

## II.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II.3.1 Produção e tecnologia de sementes

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (EMBRAPA SOJA, 2004), entre elas, está a utilização de sementes de elevada qualidade. Pesquisas mostram que a falta de controle de qualidade tem comprometido a germinação e o vigor das sementes, resultando em baixo rendimento (COSTA *et al.*, 2003).

Por esse motivo, as sementes são consideradas o alicerce da produtividade agrícola e tem dupla função em culturas de expressão econômica: é o material utilizado para a multiplicação de plantas e a estrutura colhida para a comercialização. Conseqüentemente, as denominações: sementes e grãos se destinam apenas à identificação das formas de utilização, pois, sob o ponto de vista botânico, não há distinção a ser feita. No entanto, os atributos de qualidade das sementes e grãos não são os mesmos, havendo necessidade de diferenças na tecnologia adotada para a produção e o processamento de ambos (MARCOS FILHO, 2005).

A semente não é um grão que germina. Ela possui atributos de qualidades genética, física, fisiológica e sanitária que um grão não tem e que lhe confere a garantia de um desempenho agrônomo, que é a base fundamental do sucesso para uma lavoura tecnicamente bem instalada (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2008).

A valorização da qualidade das sementes foi intensificada com a aprovação da Lei de Sementes, nº10.711 de 5 de agosto de 2003, que fortalece a fiscalização da produção e a comercialização de sementes no país, além de abrir o sistema de certificação a entidades privadas e aos próprios produtores de sementes (PADILHA; GUIMARÃES; PAIVA, 2003).

Segundo Marcos Filho (1998), a qualidade de sementes é definida como um conjunto de características que deve necessariamente envolver atributos de natureza física, genética, sanidade e fisiológica.

A qualidade física compreende a pureza física e a condição física da semente: 1) a pureza física é caracterizada pela proporção de componentes físicos presentes nos lotes, tais como: sementes puras, sementes silvestres, outras sementes cultivadas e materiais inertes; 2) a condição física é caracterizada pelo grau de umidade, tamanho, cor, densidade, aparência, danos mecânicos e danos causados por insetos e infecções por doenças (POPINIGIS, 1985).

A pureza genética irá garantir que as características de interesse, acrescentadas aos materiais comerciais, sejam mantidas e expressas nos cultivos subsequentes. A avaliação da pureza genética tem sido realizada por meio de marcadores morfológicos baseados em características das sementes, plântulas e plantas em desenvolvimento (PADILHA; GUIMARÃES; PAIVA, 2003).

Os testes de sanidade permitem a identificação de lotes de sementes contaminadas, as quais se constituem em importantes e eficientes veículos de disseminação de patógenos podendo causar doenças nas mais diferentes culturas (POPINIGIS, 1985).

Entretanto, a qualidade fisiológica geralmente desperta atenção especial da pesquisa, pois as sementes formadas sob condições favoráveis do ambiente e submetidas a manejo adequado, certamente, constituem base mais sólida para o estabelecimento do estande em campo e a obtenção de produção elevada (MARCOS FILHO, 2005).

### **II.3.1.1 Qualidade fisiológica de sementes**

Dentre os atributos que caracterizam a qualidade da semente, o potencial fisiológico é aquele que reflete a capacidade de desempenho das funções vitais da semente caracterizada pela germinação, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1985).

O teste de germinação é definido como a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, em laboratório, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009). Este é conduzido sob condições ótimas, para proporcionar a máxima germinação da amostra analisada. O teste de germinação, além de servir como base para a comparação entre lotes de sementes, para a comercialização e para a determinação da densidade de semeadura, tem a vantagem de ser altamente padronizado e de uso generalizado na avaliação da qualidade fisiológica da semente (BIANCHETTI, 1981).

Vigor de sementes é a soma de atributos que confere à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais (MARCOS FILHO, 1999). Para facilitar a compreensão deste fator, o vigor pode ser comparado ao conceito de saúde: é difícil definir saúde e nem é possível quantificá-la. A realização de vários testes, para avaliar diferentes características da semente, possibilita a obtenção de resultados que, reunidos, permitem estimar, com relativa precisão, o potencial de desempenho de lotes de sementes (NOVEMBRE, 2001). Os testes de vigor visam avaliar o estado atual das sementes e relacioná-los com o desempenho no armazenamento e/ou após a semeadura. Enquadram-se nestes os de tetrazólio e condutividade elétrica; ou ainda, podem ser do tipo que procuram verificar a resposta das

sementes a condições de estresse, em que se enquadram o teste de frio e o de envelhecimento acelerado (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 1999).

Logo, a relação entre os resultados de testes de laboratório e a emergência das plântulas em campo depende diretamente das condições ambientais, do manejo para a semeadura (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 1999), além do histórico de cada variedade.

#### **II.3.1.1.1 Influência das condições ambientais**

Para França Neto, Henning e Krzyzanowski (1994) e Motta *et al.* (2000), a qualidade das sementes de soja pode ser influenciada por extremos de temperatura durante a maturação, flutuação das condições de umidade ambiente, incluindo secas, deficiências na nutrição das plantas, ocorrência de insetos, além da adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem e armazenamento. De acordo com Höfs *et al.* (2004), a redução do vigor de sementes está relacionada ao processo de deterioração causado por vários fatores, como, colheitas tardias, chuvas, secagem e/ou armazenamento inadequados.

À medida que o grau de umidade do solo diminui, verifica-se inicialmente a redução da velocidade de germinação, restrições mais severas passam a prejudicar a porcentagem de germinação (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Embrapa (2003), a demanda total de água na cultura da soja, para obtenção de máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo. Porém, o estresse hídrico pode ser detectado tanto no excesso quanto na falta de água para a planta (RAMOS *et al.*, 2002).

A deficiência hídrica afeta o metabolismo e prejudica o crescimento das plantas. Há redução da área foliar, da taxa fotossintética, acarretando menor suprimento de assimilados e redução do desenvolvimento das sementes. O efeito principal da seca durante o florescimento é a redução do número de sementes, enquanto o tamanho é menos afetado. A menor disponibilidade de água promove decréscimos da fotossíntese e abrevia o período de enchimento das sementes, com prejuízos à produção. A deficiência hídrica durante o período de enchimento das vagens provoca redução acentuada no rendimento, em virtude da formação de sementes menores, mais leves e, dependendo do cultivar, enrugadas e deformadas (MARCOS FILHO, 2005).

Para a cultura da soja, os dois períodos mais sensíveis à falta de água no solo são germinação-emergência e floração-enchimento de grãos, pois envolvem diretamente a formação dos componentes do rendimento como, número de plantas por área, número de legumes por planta, número de grãos por legume e massa média de grãos (CASAGRANDE



*et al.*, 2001). Segundo Kron, Souza e Ribeiro (2008), a sensibilidade da soja às deficiências hídricas, considerando o rendimento de grãos, tende a aumentar à medida que a cultura avança no seu ciclo.

As variações da temperatura também afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação. Para a cultura da soja, foi observada melhor adaptação nas temperaturas entre 20 e 30 °C, contudo a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30 °C (EMBRAPA, 2003).

Os processos metabólicos também respondem à redução da temperatura, inferiores às consideradas ótimas. Por exemplo, há redução linear no desenvolvimento se a temperatura decresce abaixo de 22 °C, como no milho, na soja e no trigo (MARCOS FILHO, 2005).

O crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10 °C, enquanto que temperaturas acima de 40 °C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocam distúrbios na floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens. A maturação pode ser acelerada pela ocorrência de altas temperaturas. Quando vêm associadas a períodos de alta umidade, as altas temperaturas contribuem para diminuir a qualidade da semente e, quando associadas a condições de baixa umidade, predispõem a semente a danos mecânicos durante a colheita. Temperaturas baixas na fase da colheita, associadas a período chuvoso ou de alta umidade, podem provocar atraso na data de colheita, bem como haste verde e retenção foliar (EMBRAPA, 2003).

Logo, o retardamento da colheita reduz a qualidade fisiológica da semente, por ser armazenada a campo e submetida a frequentes perdas e absorções de umidade, causando rachaduras e enrugamento no tegumento (VIEIRA *et al.*, 1982).

Um dos problemas determinantes da queda da qualidade das sementes, após a maturidade é causado pela alternância de períodos secos e úmidos, aliada a temperaturas elevadas na fase final de maturação. Temperaturas elevadas (acima de 30°C) associadas à deficiência hídrica, durante o período de máxima transferência de matéria seca da planta para a semente, predispõem a ocorrência de injúrias ao tegumento, como consequência de expansões e contrações, após uma série de ciclos de umedecimento e secagem. Como o tegumento não é perfeitamente elástico, a primeira consequência dessa situação é o enrugamento e, se houver continuidade daquelas condições desfavoráveis, acontece a ruptura. Os sintomas variam desde uma simples depressão na área cotiledonar oposta ao hilo até a formação de sementes completamente enrugadas, achatadas e deformadas. Essas lesões acentuam a fragilidade do tegumento, reduzem a proteção à semente e causam prejuízos ao seu desempenho (MARCOS FILHO, 2005).

Dentre os fatores que afetam o rendimento e a qualidade das sementes de soja pode-se incluir a época de semeadura como fundamental (COSTA *et al.*, 1995).

Porém, em ambientes tropicais ou subtropicais, nem sempre a época de semeadura recomendada para a obtenção de bons rendimentos de sementes de soja, coincide com a obtenção de produto com qualidade satisfatória, onde períodos chuvosos e com temperatura elevada, durante as fases de maturação e colheita, dificultam a obtenção de sementes de soja de qualidade aceitável e a manutenção do vigor durante o armazenamento (MEDINA, 1994) e, portanto, muitas vezes, altas produtividades são sacrificadas em favor da obtenção de sementes de melhor qualidade (FRANÇA NETO; KZRYZANOWSKI, 2000).

No Estado do Paraná, os melhores resultados, no que se refere ao rendimento e a altura das plantas, para maioria dos cultivares de soja, têm sido obtidos nas semeaduras realizadas entre final de outubro e final de novembro (EMBRAPA SOJA, 1999). No entanto, a grande extensão territorial, as condições edafoclimáticas distintas, a expansão da cultura da soja para novas regiões produtoras e o frequente surgimento de variedades mais produtivas e mais adaptadas, justificam a realização de trabalhos que visam estabelecer melhores condições para obter sementes em maior quantidade e com melhor qualidade fisiológica (BRACCINI *et al.*, 2004; ANDREWS, 1982).

Um dos sintomas mais evidentes do declínio do potencial fisiológico das sementes é a redução da velocidade de germinação, identificada pelo acréscimo do período de tempo observado entre a semeadura e o início da germinação e também do intervalo entre a germinação da “primeira” e da “última” semente da população; a consequência direta é a desuniformidade de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Esta afirmação foi comprovada por Höfs *et al.* (2004), em estudo visando avaliar o efeito de lotes de sementes de arroz com diferentes níveis de qualidade fisiológica. Segundo os autores, a utilização de sementes de menor qualidade fisiológica causou redução, retardamento e desuniformidade da emergência no campo, enquanto que, sementes de maior qualidade fisiológica produziram plântulas maiores, proporcionando maiores taxas de crescimento da cultura. Lopes *et al.* (2002) observaram que o uso de sementes de baixa qualidade, aliado à ocorrência de baixa temperatura e períodos de estiagem pode resultar em baixa porcentagem de germinação e menor velocidade de emergência das plantas. Schuch, Kolchinski e Finatto (2009), estudando a qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plantas isoladas em soja, concluíram que as plantas oriundas de sementes de alta qualidade fisiológica apresentaram maior altura de plantas, diâmetro de caule e rendimento de grãos 25% superiores às obtidas de sementes de baixa qualidade.

De acordo com Nakagawa (1999), a correta avaliação da qualidade do lote de sementes deve considerar conjuntamente os resultados obtidos pela avaliação de comprimento de plântula e a porcentagem de germinação, pois pode haver situações em que o lote apresente alta porcentagem de germinação e baixo valor de comprimento médio

de plântula, assim como o contrário. Nessa situação, as poucas plântulas normais formadas (baixa porcentagem de germinação) apresentam alta taxa de crescimento, fato que não pode ser transposto para toda amostra ou todo o lote, considerando-o vigoroso.

#### **II.3.1.1.2 Influência dos tratos culturais**

Conforme Vargas e Scholles (2000), o manejo diferenciado no revolvimento do solo aliado a composição dos resíduos vegetais, alteram as propriedades biológicas do solo, com reflexos sobre a qualidade e a produtividade das culturas. Os resíduos dessas coberturas, sejam na superfície, como acontece no sistema plantio direto, ou incorporado ao solo, podem apresentar ação alelopática, ou seja, capacidade de afetar a cultura subsequente por meio de substâncias químicas liberadas no ambiente (ALMEIDA, 1991).

Para Souza Filho e Alves (2002), as substâncias aleloquímicas podem ser encontradas em caules, rizomas, raízes, frutos, inflorescências, cascas e sementes, e serem liberadas pelos mecanismos de volatilização, exsudação radicular, lixiviação e decomposição de resíduos.

Portanto, os efeitos alelopáticos apresentam a capacidade de interferir em processos, como a germinação das sementes e o crescimento das plântulas, assimilação de nutrientes, fotossíntese, respiração, síntese de proteína, atividade enzimática e perda de nutrientes pelos efeitos na permeabilidade da membrana celular (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

Entretanto, a maioria dos trabalhos, referentes aos componentes de rendimento e à produtividade das culturas, relacionada com a utilização de plantas de cobertura e com o sistema plantio direto (SPD), não apresentam resultados e pesquisas com informações referentes à qualidade fisiológica das sementes produzidas nestas condições (NUNES *et al.*, 2007). Segundo Pires *et al.* (2011), a maioria dos estudos em alelopatia refere-se ao efeito aleloquímico sobre a germinação e o crescimento da planta-teste, sem considerar os efeitos celulares relacionados às mudanças fisiológicas do sistema da planta-teste.

A decomposição dos resíduos vegetais tem papel importante na fertilização do solo, alterando suas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas (MIYASAKA *et al.*, 2008). Sua manutenção na superfície do solo contribui com a cultura agrícola, conservando temperaturas amenas e maior retenção de água no solo, em períodos quentes e de estiagem prolongada, conseqüentemente, favorecendo a fertilidade do solo (COLOZZI FILHO; ANDRADE, 2006).

Os solos naturalmente férteis devem ser os preferidos para a multiplicação de sementes, pois neles se obtém não só as maiores produções como também sementes de

melhor qualidade. A planta bem nutrida está em condições de produzir mais sementes bem formadas. A disponibilidade de nutrientes influi na boa formação do embrião e do órgão de reserva, assim como na sua composição química e, conseqüentemente, no metabolismo e no vigor da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Porém, em estudo desenvolvido por Nunes *et al.* (2007), objetivando avaliar o efeito das coberturas vegetais sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão cultivado em sistema plantio direto, foi verificado que a qualidade fisiológica das sementes não foi afetada pelos manejos de solo utilizados, mas pelas condições climáticas na maturação.

De acordo com a Embrapa Soja (2008), a absorção de nutrientes por uma espécie vegetal é influenciada por diversos fatores, entre eles as condições climáticas (chuvas e temperaturas), as diferenças genéticas entre cultivares de uma mesma espécie, a disponibilidade de nutrientes no solo e os diversos tratos culturais.

A soja é uma cultura exigente em termos nutricionais e bastante eficiente em absorver e translocar nutrientes, principalmente nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e enxofre (S). Os nutrientes exportados em maior quantidade são: N, K, S e P. O período de absorção de maiores quantidades dos nutrientes, correspondente à fase de desenvolvimento da planta, estende-se desde V2 (folha trifoliolada completamente desenvolvida) até R5 (início de enchimento de grãos). A velocidade de absorção aumenta durante a floração e o início do enchimento dos grãos (EMBRAPA, 2007).

Para Marcos Filho (2005), os efeitos da nutrição adequada se refletem principalmente no tamanho e peso das sementes produzidas, isso ocorre principalmente em função do mecanismo de defesa conhecido por: princípio da compensação, o qual sustenta a possibilidade de que as plantas compensem as adversidades ambientais, reduzindo a quantidade e não a qualidade das sementes produzidas. Dados literários tendem a relacionar a fertilidade do solo e a qualidade de sementes em função do peso das sementes e a produção final. Plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam superioridade no rendimento de grãos em torno de 17%, quando comparadas às originadas de sementes de baixo vigor (PANOZZO *et al.*, 2009).

Os sistemas de rotação de cultura sob SPD podem determinar mudanças nas propriedades químicas do solo cujos efeitos se refletem diretamente na fertilidade e eficiência de aproveitamento dos nutrientes pelas plantas (COLLIER *et al.* 2008). Segundo Prado (2004), inexistem nos boletins de recomendação de adubação qualquer inferência dos efeitos da nutrição na qualidade de sementes. Portanto, estudos que relacionam estes aspectos, tornam-se importantes, conciliando a alta produção com qualidade.

O N é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, pois os grãos são muito ricos em proteína, apresentando um teor médio de 6,5% N (HUNGRIA *et al.*,

2001). Logo, a adubação nitrogenada interfere no conteúdo de proteína das sementes, podendo afetar sua qualidade, uma vez que as proteínas de reserva são hidrolisadas durante a germinação, para suprir o N, S e esqueletos de carbono, necessários ao eixo embrionário e à plântula, durante as fases iniciais de desenvolvimento. Portanto, a redução da quantidade de proteína na semente pode ocasionar uma deterioração mais rápida. Assim, a adubação nitrogenada, além de afetar a produtividade, pode influir no teor de proteína das sementes (PRADO, 2004).

Segundo Boddey *et al.* (1997) *apud* Urquiaga *et al.* (2005), a utilização de plantas de cobertura tem possibilitado a reposição das perdas de N do solo com a exportação dos grãos, contribuindo para a melhoria da qualidade dos solos. Plantas convenientemente nutridas, geralmente, produzem sementes maiores e mais pesadas. Quando o efeito dos nutrientes é considerado individualmente, o N tem a ação mais visível e pronunciada, podendo determinar redução da quantidade e tamanho das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A cobertura vegetal do solo com espécies de poáceas, do gênero *Brachiaria*, promove uma pequena contribuição para a fixação biológica de N, contudo, por ocupar grandes extensões, seu valor alcança níveis bastante significativos. Os resíduos de leguminosas, em virtude de sua baixa relação C/N, geralmente apresentam rápida decomposição, característica pouco desejada. Neste sentido, o cultivo consorciado de poáceas e leguminosas apresenta grande potencial, em função de agregar relação C/N satisfatória, reduzir a taxa de mineralização dos nutrientes contidos em seus resíduos e, conseqüentemente, favorecerem o aproveitamento pelo cultivo principal e/ou subsequente (URQUIAGA *et al.*, 2005).

Observa-se que o nitrogênio, isoladamente, não afeta o vigor das sementes; entretanto, em algumas situações, pode alterar as frações das proteínas presentes nos grãos e o tamanho das sementes. No entanto, o N associado com o K incrementa os efeitos na qualidade. Além disso, níveis adequados de outros nutrientes, a exemplo do P, Ca e Mn mostraram-se necessários, devido aos ganhos na qualidade das sementes. O fornecimento dos nutrientes, via planta-mãe, mostra-se a melhor alternativa para garantir a qualidade das sementes que, com maior tamanho, melhoram o desenvolvimento das plântulas; entretanto, não refletem em maior rendimento das culturas (PRADO, 2004).

Em espécies produtoras de sementes, os tratos culturais dirigidos à lavoura procuram proporcionar condições para o desenvolvimento vegetativo adequado das plantas. O objetivo mais importante é criar uma estrutura que permita o acúmulo de nutrientes e sua plena disponibilidade nos momentos em que a planta mais necessitar (MARCOS FILHO, 2005).

Portanto, a rotação de culturas aliada aos sistemas de plantio direto visa fornecer ao solo elementos químicos, via diversidade de plantas de cobertura. Essas espécies podem ser utilizadas para evitar o esgotamento do solo, repondo os nutrientes essenciais extraídos pelas culturas comerciais no processo produtivo. A rotação de culturas, ao introduzir a biodiversidade, é uma prática que viabiliza a semeadura direta com equilíbrio das relações de manutenção da produtividade do solo. Assim, quanto maior for a diversificação de espécies maior será a quantidade de nutrientes reciclados por essas espécies e disponibilizados para a atividade produtiva econômica. Essa biomassa, ao ser mineralizada, libera nutrientes que podem ser aproveitados pela cultura subsequente (BORKERT *et al.*, 2003).

### **II.3.1.2 Qualidade nutricional: composição química e a influência das condições ambientais e dos tratos culturais**

As sementes apresentam dois tipos de componentes químicos, os que ocorrem normalmente como constituintes em todos os tecidos da planta e aqueles que são materiais de reserva. Estes componentes são oriundos, por translocação, de elementos já acumulados em outras partes da planta ou através de fotossintetização, por ocasião da formação e desenvolvimento da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Logo, a importância da nutrição mineral no incremento da qualidade de sementes é explicada pelo processo de absorção de nutrientes da planta-mãe, os quais são drenados para a semente e armazenados, auxiliando a nutrição das plântulas durante os seus primeiros dias de vida (PRADO, 2004). A disponibilidade de nutrientes influencia a formação do embrião e dos cotilédones com resultados eficazes sobre o vigor e a qualidade fisiológica. Contudo, há poucos trabalhos relacionados à adubação e nutrição das plantas produtoras de sementes com sua qualidade fisiológica (TEIXEIRA *et al.*, 2005). Segundo Prado (2004), a melhor forma de garantir um teor adequado de nutrientes na semente é a aplicação via planta-mãe, especialmente para os nutrientes de alto requerimento pela plantas.

Dessa forma, a utilização de plantas de cobertura pode influenciar na composição química da semente. Considerando que uma das fases críticas do desenvolvimento é o período de transferência de matéria seca, pode-se afirmar que os tratos culturais visam principalmente garantir a eficiência do acúmulo e a normalidade qualitativa e quantitativa da distribuição de reservas para as sementes (MARCOS FILHO, 2005).

O conhecimento da composição química das sementes é fundamental para o estabelecimento de diretrizes que visem a sua utilização como fontes de alimentos e

aplicação industrial. Por outro lado, sob o ponto de vista fisiológico e considerando-se as práticas de manejo pré e pós-colheita, as reservas acumuladas são responsáveis pelo fornecimento de nutrientes e energia necessários para a plena manifestação das funções vitais das sementes, portanto, as variações na composição química estão relacionadas ao desempenho das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Logo, lotes de sementes com grande variação na sua composição apresentam menor vigor e, conseqüentemente maior desuniformidade e menor velocidade na emergência (HENNING, *et al.* 2010). Para Carvalho e Nakagawa (2000), o conhecimento da composição química é do interesse prático da tecnologia de sementes, porque, tanto o vigor como o potencial de armazenamento de sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes.

As sementes armazenam reservas no endosperma e/ou no embrião. De um modo geral, os carboidratos, as proteínas e os lipídios são as principais substâncias de reserva, mas as proporções de cada um desses componentes variam de acordo com a espécie. As sementes de poáceas são particularmente ricas em carboidratos, enquanto as leguminosas exibem variações nos teores de óleo e de carboidratos, as sementes de soja apresentam 38 a 45% de proteínas e 17 a 22% de lipídios (EMBRAPA SOJA, 2008). Normalmente, a maior parte dos compostos químicos presentes nas sementes não diferem daqueles encontrados nos demais órgãos da planta. Entretanto, a propriedade e a composição química das proteínas, bem como, a quantidade de lipídios armazenados nas sementes, as diferenciam dos demais tecidos da planta (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a composição química quantitativa das sementes é definida geneticamente, contudo, pode até certo ponto ser influenciada pelas condições ambientais a que foram submetidas as plantas que as originaram. Considerando que a cultura da soja é influenciada por diversos fatores, é relevante destacar que o manejo da cultura pode determinar o desenvolvimento e rendimento da cultura e, também, a qualidade e a composição química das sementes (ALBRECHT; ÁVILA, 2010).

Para Albrecht *et al.* (2008), a instalação da cultura da soja em determinada época pode expor as plantas a estresse ambiental no campo, em uma fase específica do ciclo ou durante vários estádios vegetativos e/ou reprodutivos, modificando sua composição química.

Os lipídios são substâncias de origem animal ou vegetal, insolúveis em água, mas solúveis em éter, clorofórmio, benzeno e outros solventes orgânicos. Apresentam em sua constituição apenas átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. São considerados fontes de energia mais eficientes que os carboidratos, durante a germinação e, também podem ter função de reserva e estrutural. Atuam em processos fisiológicos, como a germinação, a dormência, a manifestação do vigor, a tolerância à dessecação e o condicionamento fisiológico (MARCOS FILHO, 2005).

As proteínas são os componentes básicos de toda célula viva. São polímeros de aminoácidos sintetizados biologicamente na célula e funcionam como enzimas, componentes estruturais e materiais de reserva. Dentre os componentes químicos da semente, as proteínas sempre se apresentam em menor proporção do que os carboidratos ou os lipídios, exceção feita à soja (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Marcos Filho (2005), a composição química das sementes pode variar em função de fatores genéticos, posição da semente em relação à inflorescência ou ao fruto, condições climáticas, estágio de maturação, idade, fertilidade do solo, nutrição da planta-mãe e práticas culturais. Para Pípolo (2002) e Rangel *et al.* (2004) os teores de óleo e proteína dos grãos de soja são, em princípio, governados geneticamente, porém fortemente influenciados pelo ambiente, principalmente durante o período de enchimento dos grãos.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), pode haver relação inversa entre o teor de proteína e o teor de óleo, e correlação negativa entre teor de proteína e produção de sementes, consequência, provavelmente, do alto gasto energético para síntese de proteínas.

Conforme relatado, o potencial fisiológico das sementes de soja pode ser atribuído ao genótipo e à composição química, porém, todas as condições desfavoráveis ocorridas durante o ciclo da cultura, principalmente na maturação das sementes, podem afetar a qualidade de sementes (ALBRECHT; ÁVILA, 2010).

Logo, há necessidade de um programa consistente para o controle de qualidade de sementes, com procedimentos que estabeleçam estratégias eficientes de manejo proporcionando informações para o melhoramento vegetal, para a análise de sementes e o controle de qualidade durante a produção e o processamento pós-colheita determinando, consequentemente, maior produtividade agrícola. Portanto, a difusão de novos conhecimentos assume importância cada vez maior, especialmente quando se considera a constante evolução do uso de sementes de alta qualidade, diante do aumento populacional. Portanto, a evolução de técnicas rumo à modernidade tem como consequência direta o acréscimo da procura por sementes de qualidade diferenciada (MARCOS FILHO, 2005).



## II.4 MATERIAL E MÉTODOS

### II.4.1 Produção da semente

As sementes de soja analisadas foram produzidas nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, em uma propriedade agrícola localizada na região Oeste do Paraná, no município de Cascavel, manejada sob plantio direto em sucessão das culturas soja/trigo desde o início da década de 1990. A área está localizada a 24° 58' 37" de latitude S e 53° 19' 05" de longitude O, com altitude de 781 m. A precipitação média anual é de 1.668,2 mm e a temperatura média máxima e mínima anual é de 31,47 °C e 9,52 °C, respectivamente (SIMEPAR, 2011) e o solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2006).

As coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio de braquiária + estilosantes foram semeadas nos dias 15 e 14 de agosto de 2009 e 2010, respectivamente. As densidades de semeadura foram determinadas conforme recomendações da Pró Sementes (2010) e Embrapa (2007) para braquiária e estilosantes, respectivamente. As sementes foram semeadas em cada parcela com um distribuidor manual de sementes de hortaliças da marca Outils WOLS, modelo ECM Semeador Multi-Star. As parcelas foram demarcadas com 3,5 x 4,5 m, tendo uma área útil de 8,75 m<sup>2</sup>.

Aos 90 dias após a emergência da cobertura foi realizado o corte e distribuição da cobertura vegetal de forma homogênea em cada parcela identificada.

Após 20 dias do corte da cobertura foi realizada a semeadura (início de dezembro de 2009 e 2010) da soja cultivar CD 215, utilizando semeadora-adubadora John Dheere de sete linhas, com 300 kg ha<sup>-1</sup> de adubo 2-20-20 no sulco da semeadura. Cada parcela foi constituída por sete linhas de soja com 4,5 m de comprimento e espaçamento entrelinhas de 0,45 m e densidade de 14 sementes por metro linear, perfazendo área total de 15,75 m<sup>2</sup> e área útil de 8,75 m<sup>2</sup>.

Os tratos culturais na cultura constituíram-se de capinas manuais aos 20 e 40 dias após semeadura (DAS). Aplicação do inseticida Metamidaphos (Tamarom) na dose 0,8 L há<sup>-1</sup> e do fungicida Piraclostobina + Epoxiconazole (Opera) na dose 0,5 L ha<sup>-1</sup>, realizadas aos 65, 80 e 95 DAS, de acordo com avaliações periódicas na lavoura.

A precipitação registrada foi considerada suficiente para o desenvolvimento da cultura. Segundo Embrapa (2003), a precipitação ideal para o desenvolvimento da soja está entre 450 – 800 mm ciclo.

A colheita foi manual pelo arranquio das plantas posicionadas nas linhas úteis, respeitando-se bordadura de 1 m. Após a colheita, as sementes foram retiradas das vagens por meio de trilhadora.

Durante o período de experimento (2009 a 2011), a sequência de culturas adotadas para estabelecer a rotação foi plantas de cobertura/soja/trigo, sendo avaliada a qualidade e produtividade das sementes de soja.

As sementes colhidas foram embaladas, identificadas e acondicionadas em sacos de papel Kraft e levadas ao Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (LASP) e Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas (LACON) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, para determinação da produtividade e qualidade de semente.

#### **II.4.2 Determinação da produtividade e qualidade de sementes**

Para se quantificar a produtividade da soja, as sementes foram colhidas no estágio de maturação fisiológica (R8) e levadas ao LASP para pesagem expressa em kg ha<sup>-1</sup>, após ajuste para teor de água para 13%.

As avaliações realizadas, para determinação da qualidade fisiológica de sementes, foram (LASP):

a) Pureza: duas amostras de 100 g de cada tratamento e repetição foram retiradas. Em seguida, as amostras de semente foram separadas nas frações: puras, enrugadas, quebradas e fragmentos. Cada uma das frações foi pesada separadamente em balança de precisão 0,001 g para obtenção dos dados relativos à pureza das sementes (BRASIL, 2009). Os valores foram expressos em porcentagem.

b) Teste de germinação: quatro repetições de 50 sementes, de amostras retiradas do material colhido de cada parcela, de cada tratamento. Foi utilizado o papel germitest como substrato. Os papéis foram pesados e umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes de soja foram distribuídas, com auxílio de tabuleiro contador, sobre duas folhas de papel germitest e cobertas por uma folha. A seguir, os papéis foram enrolados e as amostras foram devidamente organizadas, identificadas e levadas para a câmara de germinação B.O.D. a 25 °C, por oito dias. Após este período, foi determinada a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

c) Grau de umidade: duas amostras com, aproximadamente, cinco gramas, de cada tratamento e repetição foram coletadas. As sementes foram dispostas em cápsulas de alumínio e levadas à estufa, à temperatura de 105 °C, por 24 h. Após este período, as cápsulas foram retiradas e dispostas em dessecador por, aproximadamente, 20 minutos. Em

seguida, as amostras foram pesadas novamente e foi calculado o grau de umidade de cada repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

d) Massa de 100 sementes: uma seleção prévia de sementes puras foi realizada, da qual foi retirada, ao acaso, uma amostra para constituir quatro repetições de 100 sementes, seguida da pesagem de cada uma delas. Os resultados foram expressos em gramas por 100 sementes (BRASIL, 2009).

e) Teste de envelhecimento acelerado: 42 g de sementes inteiras de soja foram pesadas, em balança de precisão 0,001 g, com, aproximadamente, 250 sementes de cada parcela, de cada tratamento. Em seguida, as sementes foram distribuídas em quatro caixas plásticas Gerbox adaptadas com uma bandeja de tela de alumínio, contendo 40 mL de água destilada no fundo do recipiente. As caixas foram fechadas com suas respectivas tampas e armazenadas em câmara de envelhecimento por 48 h. A câmara foi regulada para a temperatura de 40 - 45 °C, com umidade interna de, aproximadamente, 95% (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987). As sementes, após expostas ao envelhecimento acelerado por 48 h, foram submetidas ao teste de germinação e avaliadas de acordo com metodologia descrita anteriormente.

Quanto à qualidade nutricional, as sementes foram avaliadas em função dos teores de proteínas e lipídios (LACON):

a) Determinação de proteína: as sementes de soja foram trituradas em liquidificador e peneiradas em peneira de 50 mesh, obtendo-se a farinha. Duas amostras de 0,2 g de farinha foram retiradas, de cada tratamento e repetição. As amostras foram transferidas para tubo digestor de proteínas micro Kjeldhal e adicionado 0,5 g da mistura digestora de proteínas e 3 mL de ácido sulfúrico concentrado P. A. As amostras foram digeridas em bloco digestor por, aproximadamente, duas horas e após esfriamento foram tituladas com solução padronizada de ácido clorídrico 0,01 N. A partir do teor de N, foi calculada a porcentagem de proteína total da amostra, empregando-se o fator 6,25. Os resultados dos teores de proteína foram expressos em porcentagem com base na matéria seca, constituindo a média de duas repetições (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

b) Determinação de lipídios: as sementes de soja foram trituradas em liquidificador e peneiradas em peneira de 50 mesh obtendo-se a farinha. Duas amostras de 2,0 g de farinha foram retiradas, de cada tratamento e repetição, e acondicionadas em cartuchos de papel filtro. O teor de lipídios das amostras foi determinado em aparelho extrator de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente, de acordo com o procedimento descrito em normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005), com refluxo por 4 horas.

### II.4.3 Dados climatológicos durante o período experimental

As médias mensais de precipitação pluviométrica (mm), umidade do ar (%), temperatura mínima, máxima e média (°C), nos anos agrícola 2009/2010 e 2010/2011, foram apresentadas no item I.4.5 do Capítulo I; nas Figuras I.1, I.2 e I.3, respectivamente.

### II.4.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, três coberturas vegetais (braquiária, estilosantes e consórcio de braquiária + estilosantes), distribuídas em quatro níveis de densidade de semeadura: zero (pousio), recomendada (10; 3 e 13 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente), intermediária (15; 4,5 e 19,5 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente), e dobro (20; 6 26 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente) todos com cinco repetições, mantendo-se o mesmo nível zero para todos.

A variabilidade dos dados foi verificada pelo teste de normalidade e a homogeneidade das variâncias pelo software Minitab® 14 e para análise de variância foi usado o software Sisvar® (FERREIRA, 2000). Os dados relativos à porcentagem foram transformados em  $\arccos \frac{\sqrt{x}}{100}$ . Os que não apresentaram distribuição normal foram submetidos à transformação de  $\sqrt{x}$ , conforme Banzatto e Kronka (1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade. O coeficiente de variação (CV) foi classificado segundo critérios estabelecidos por Pimentel Gomes (2000): CV inferior a 10% é classificado como baixo e o experimento tem alta precisão; entre 10 e 20% é considerado médio e de boa precisão; entre 20 e 30%, alto, com baixa precisão; acima de 30%, muito alto.

## II.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### II.5.1 Qualidade fisiológica de sementes

No ano agrícola 2009/2010, durante o ciclo das coberturas vegetais, a precipitação pluvial foi favorável à emergência e crescimento vegetativo, com umidade relativa do ar de 73,7% (Figura I.1) e temperatura média de 24,54°C (Figura I.3).

Em 2010/2011, durante o ciclo das coberturas vegetais, houve restrição hídrica (Figura I.1) entre o período de semeadura e emergência, cerca de 19,2 mm (agosto) limitando o desenvolvimento inicial. Porém, no decorrer do ciclo ocorreu estabilização das chuvas e as plantas de cobertura tiveram desenvolvimento satisfatório; a umidade relativa média do ar foi de 66,17%, com temperatura média de 18,4°C (Figura I.2).

A precipitação pluvial de 2009/2010, para o cultivo da cultura da soja, foi considerada adequada conforme recomendações da Embrapa (2003), com total de 675 mm. Entretanto, considerando que os períodos mais sensíveis ao rendimento da cultura da soja são germinação-emergência e floração-enchimento de grãos (NEUMAIER; NEPOMUCENO; FARIAS, 2000). É possível que a precipitação observada no mês de fevereiro (90 mm), tenha sido insuficiente para a boa formação e enchimento de grãos. A média da umidade relativa do ar foi de 76,7%, com temperatura média de 24,5°C. Conforme Nunes *et al.* (2007), a qualidade fisiológica das sementes é afetada pelas condições climáticas no estágio de maturação e não pelos manejos de solo.

Para o ano agrícola 2010/2011, durante o ciclo da cultura da soja, a precipitação pluvial ficou acima do recomendado pela Embrapa (2003) como condição necessária para obtenção do máximo rendimento da cultura, com total de 851,4 mm, umidade relativa do ar de 83,3% e temperatura média de 21,3°C.

Porém, além das recomendações tidas como adequadas, deve-se considerar que o consumo de água das culturas é determinado pelos processos de evaporação e transpiração, que são influenciados pela arquitetura foliar, taxa de crescimento e cobertura do solo, população de plantas, espaçamento entre linhas, orientação, altura das plantas, profundidade e densidade do sistema radicular e estágio fenológico da cultura (SEDYAMA; RIBEIRO: LEAL, 1998). Logo, a densidade de semeadura das plantas de cobertura, foco deste trabalho, pode determinar condições diferenciadas no processo de evapotranspiração da cultura.

No ano agrícola 2009/2010, observa-se que o valor de F foi significativo para o fator densidade, mas não o foi para a cobertura e interação cobertura x densidade (Tabela II.1).

No ano agrícola 2010/2011, o valor de F foi significativo para os fatores cobertura e densidade, mas não o foi para a interação entre eles (Tabela II.1). O valor do CV foi considerado baixo e indica alta homogeneidade dos dados.

**Tabela II.1** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para porcentagem de sementes puras obtidas no teste de pureza das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio, nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,21 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 3,33 <sup>*</sup>  | 67     | 5,99   |
| Cob. x Dens. | 0,26 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 1,17 <sup>*</sup>  |        |        |
| Densidade    | 4,71 <sup>*</sup>  | 89     | 1,35   |
| Cob. x Dens. | 0,85 <sup>ns</sup> |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

No ano agrícola 2009/2010, as plantas de cobertura não influenciaram a porcentagem de sementes puras, a 5% de probabilidade (Tabela II.2). Entretanto, houve variação na porcentagem de pureza, quando analisadas as densidades de semeadura em que foram obtidas as maiores porcentagens nas densidades recomendada, intermediária e dobro, diferindo da densidade zero.

A baixa porcentagem de sementes puras ocorreu, principalmente, em função da alta porcentagem de grãos enrugados, possivelmente em função de variação das condições ambientais. Conforme Moreira *et al.* (1999), as variações morfológicas associadas à semente, tais como tamanho médio, formato, coloração e aspecto do tegumento, cor e formato do hilo, podem sofrer influência ambiental.

No ano agrícola 2010/2011, observa-se que os valores médios da porcentagem de sementes puras cultivadas sob as plantas de cobertura foram semelhantes entre si. Contudo, foram observadas variações na média de sementes puras, quando analisadas as densidades de semeadura, em que a densidade zero diferiu das demais densidades apresentando valor inferior. As sementes de soja cultivadas sob estilosantes obtiveram na densidade intermediária a maior porcentagem de pureza, diferindo das demais densidades de semeadura. As sementes cultivadas sob consórcio apresentaram maior porcentagem de pureza nas densidades recomendada, intermediária e dobro, diferindo da densidade zero (pousio), possivelmente, por esta apresentar grande quantidade e diversidade de espécies invasoras.

**Tabela II.2** Porcentagem de sementes puras, obtida no teste de pureza da soja cultivada sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |         |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|---------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias  |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |         |
| Zero          | 62,01 Aa          | 62,01 Aa     | 62,01 Aa  | 62,01 b |
| Recomendada   | 71,34 Aa          | 66,89 Aa     | 68,24 Aa  | 68,82 a |
| Intermediária | 71,04 Aa          | 68,31 Aa     | 67,31 Aa  | 68,89 a |
| Dobro         | 68,72 Aa          | 69,48 Aa     | 72,06 Aa  | 70,09 a |
| Médias        | 68,28             | 66,67        | 67,40     |         |
| 2010/2011     |                   |              |           |         |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias  |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |         |
| Zero          | 86,81 Aa          | 86,81 Ab     | 86,81 Ab  | 86,81 b |
| Recomendada   | 88,90 Aa          | 88,02 Ab     | 90,25 Aa  | 89,06 a |
| Intermediária | 89,06 Aa          | 90,84 Aa     | 89,77 Aa  | 89,89 a |
| Dobro         | 88,94 Aa          | 87,95 Ab     | 90,85 Aa  | 89,24 a |
| Médias        | 88,43             | 88,41        | 89,42     |         |

**Notas:** Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em  $\sqrt{x}$ ; A densidade zero corresponde ao pousio; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

Logo, verifica-se que a densidade zero (pousio) não é indicada como cobertura vegetal por aumentar a quantidade de impureza nas sementes de soja, podendo afetar o potencial de desempenho em campo e durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 1999).

Nos dois anos agrícolas, os valores de F não foram significativos para os fatores analisados a 5% de probabilidade (Tabela II.3). Os valores do CV foram considerados baixos e indicam alta homogeneidade dos dados.

A porcentagem de germinação das sementes de soja, cultivadas nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, não apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade, para os fatores cobertura vegetal e densidade de semeadura (Tabela II.4).

Entretanto, segundo Ribeiro (1999), lotes com porcentagens de germinação semelhantes podem apresentar porcentagem de vigor distinta, em função de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração, normalmente, ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa. Logo, o teste de germinação isolado não é adequado para avaliar diferenças na qualidade fisiológica das sementes.

A média da porcentagem de sementes germinadas, tanto para o ano agrícola 2009/2010 quanto para 2010/2011, indicam que a qualidade das sementes foi satisfatória, mantendo-se acima do padrão nacional de germinação, que é de 80% (BRASIL, 2009).

Entretanto, o ano agrícola 2010/2011 apresentou resultados superiores àqueles obtidos no ano anterior, possivelmente, em função das condições climáticas durante o período de maturação dos grãos (Figuras I.1, I.2 e I.3).

**Tabela II.3** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV). para porcentagem de germinação das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,03 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 0,74 <sup>ns</sup> | 86     | 2,13   |
| Cob. x Dens. | 0,43 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,20 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 0,14 <sup>ns</sup> | 91     | 2,11   |
| Cob. x Dens. | 0,57 <sup>ns</sup> |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

**Tabela II.4** Porcentagem de germinação das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |        |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 86                | 86           | 86        | 86     |
| Recomendada   | 88                | 88           | 86        | 87     |
| Intermediária | 87                | 85           | 85        | 86     |
| Dobro         | 84                | 86           | 86        | 85     |
| Médias        | 86                | 86           | 86        |        |
| 2010/2011     |                   |              |           |        |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 91                | 91           | 91        | 91     |
| Recomendada   | 91                | 91           | 92        | 91     |
| Intermediária | 90                | 91           | 91        | 91     |
| Dobro         | 91                | 93           | 89        | 91     |
| Médias        | 91                | 91           | 91        |        |

**Notas:** Não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.



Nos dois anos agrícolas, os valores de F não foram significativos para os fatores analisados a 5% de probabilidade (Tabela II.5). Os valores do CV foram considerados baixos e indicam alta homogeneidade dos dados.

**Tabela II.5** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para o grau de umidade (%) das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,06 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 1,65 <sup>ns</sup> | 11,24  | 8,52   |
| Cob. x Dens. | 0,45 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,55 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 1,68 <sup>ns</sup> | 10,15  | 1,95   |
| Cob. x Dens. | 0,52 <sup>ns</sup> |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

As sementes de soja cultivadas nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, conforme as espécies de coberturas vegetais analisadas e suas densidades de semeadura, apresentaram baixo grau de umidade, os quais não diferiram em função dos fatores analisados (Tabela II.6). Essa característica é um fator importante para o produtor, pois o teor de água da semente, na operação de colheita, próximo de 13%, facilita o manuseio e o armazenamento adequado. Conseqüentemente, simplifica as operações de colheita, recepção e beneficiamento, reduzindo custos e, principalmente, evitando perdas na qualidade fisiológica durante o processo de secagem (MARCOS FILHO, 1986).

Segundo Pasin (1991), o armazenamento das sementes na Região Oeste do Paraná deve apresentar grau de umidade entre 11,5% e 12,0%. Bern *et al.* (2004) observaram que cultivares de soja com baixa umidade (13%) permaneceram em melhores condições fisiológicas do que aquelas colhidas com alto teor de água (18%), nas quais houve incremento significativo da produção de ácidos graxos livres e, conseqüentemente, perda do potencial fisiológico da semente.

Logo, ainda de acordo com Bern *et al.* (2004), os valores obtidos no presente estudo, tanto para o ano agrícola 2009/2010 quanto para o ano agrícola 2010/2011, são favoráveis para as condições de armazenamento da região e a qualidade fisiológica das sementes.

**Tabela II.6** Grau de umidade das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado, intermediário e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |        |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 12,2              | 12,2         | 12,2      | 12,2   |
| Recomendada   | 10,3              | 10,9         | 11,1      | 10,8   |
| Intermediária | 11,2              | 10,9         | 10,9      | 11,0   |
| Dobro         | 11,5              | 11,2         | 10,0      | 10,9   |
| Médias        | 11,3              | 11,1         | 11,3      |        |
| 2010/2011     |                   |              |           |        |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 10,2              | 10,2         | 10,2      | 10,2   |
| Recomendada   | 9,8               | 10,1         | 10,0      | 10,0   |
| Intermediária | 10,2              | 10,1         | 10,5      | 10,3   |
| Dobro         | 10,2              | 10,2         | 10,2      | 10,2   |
| Médias        | 10,1              | 10,1         | 10,2      |        |

**Notas:** Não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

Nos dois anos agrícolas, os valores de F não foram significativos para os fatores analisados a 5% de probabilidade (Tabela II.7). Os valores do CV são considerados baixos e indicam alta homogeneidade dos dados.

**Tabela II.7** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para a massa de 100 sementes das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | FCV (%)            | MG (g) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,00 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 0,80 <sup>ns</sup> | 14,10  | 4,19   |
| Cob. x Dens. | 0,10 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (g) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,79 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 2,34 <sup>ns</sup> | 14,58  | 3,30   |
| Cob. x Dens. | 0,75 <sup>ns</sup> |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

Conforme Panozzo *et al.* (2009), existe relação entre a qualidade e a massa das sementes. Plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam maior rendimento em cerca de 17%, se comparadas às originadas de sementes de baixo vigor. Para Henning

*et al.* (2010), as sementes mais vigorosas têm maior massa em comparação às sementes de menor vigor. No presente estudo, não houve variação da massa de 100 sementes em função dos tratamentos.

Os valores da massa de 100 sementes, da soja cultivada nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, não variou em função dos fatores analisados (Tabela II.8).

**Tabela II.8** Massa de 100 sementes, das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |        |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 14,38             | 14,38        | 14,38     | 14,38  |
| Recomendada   | 14,06             | 14,50        | 14,48     | 14,34  |
| Intermediária | 13,81             | 13,80        | 13,81     | 13,80  |
| Dobro         | 14,11             | 13,75        | 13,80     | 13,89  |
| Médias        | 14,09             | 14,10        | 14,12     |        |
| 2010/2011     |                   |              |           |        |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 14,85             | 14,85        | 14,85     | 14,85  |
| Recomendada   | 14,59             | 14,67        | 14,84     | 14,58  |
| Intermediária | 14,24             | 14,86        | 14,23     | 14,44  |
| Dobro         | 14,50             | 14,37        | 14,56     | 14,44  |
| Médias        | 14,54             | 14,50        | 14,69     |        |

**Notas:** Não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

Em estudo semelhante, desenvolvido por Nakagawa *et al.* (2003), com o objetivo de analisar a qualidade física e fisiológica da soja produzida sob crotalária e quando nos sistemas de plantio convencional e direto, foi verificado que a massa de 100 sementes não diferiu entre os sistemas de manejo de solo e sucessão das plantas de cobertura. Corroborando os estudos de Lopes *et al.* (2001), que também não verificaram diferenças significativas na massa de mil sementes em função do manejo de solo adotado.

Segundo Marcos Filho (2005), a ocorrência de deficiência hídrica ou demais variações climáticas no período de transferência de matéria seca, podem provocar redução da massa das sementes, originando sementes menos densas e com desempenho comprometido, principalmente quando a seca é concomitante à ocorrência de temperaturas elevadas. No presente estudo, no ano agrícola 2009/2010, as plantas de soja sofreram estresse hídrico durante a fase de enchimento dos grãos (Figura I.1), entretanto, não houve variação entre os fatores analisados.

No ano agrícola 2009/2010, o valor de F foi significativo apenas para o fator densidade. Em 2010/2011, os valores de F foram significativos para cobertura e interação cobertura x densidade. Os valores do CV foram considerados baixos e indicam alta homogeneidade dos dados (Tabela II.9).

**Tabela II.9** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para o vigor (%) das sementes de soja, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado, cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilósantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,21 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 22,55 <sup>*</sup> | 83     | 1,16   |
| Cob. x Dens. | 0,97 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 2,49 <sup>*</sup>  |        |        |
| Densidade    | 1,31 <sup>ns</sup> | 88     | 1,82   |
| Cob. x Dens. | 2,77 <sup>*</sup>  |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

No ano agrícola 2009/2010, observou-se que apenas as densidades de semeadura das plantas de cobertura influenciaram o vigor das sementes de soja (Tabela II.10). Assim, as sementes de soja cultivadas sobre as densidades recomendada e intermediária apresentaram maior vigor que as desenvolvidas sob as densidades zero e dobro.

Segundo Nedel (2003), pode ocorrer diminuição do vigor das sementes quando estas forem expostas a condições inadequadas, antes de atingirem a maturação fisiológica. Esta condição pode ter ocorrido no presente estudo, em decorrência de estresse hídrico durante o período de enchimento de grãos, possivelmente, agravado pelas condições de excesso ou falta de palha originadas das plantas de cobertura nas densidades dobro (20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilósantes e consórcio, respectivamente) e zero (pousio), respectivamente, refletindo conseqüentemente na temperatura do solo e comprometendo a qualidade das sementes.

De acordo com Marcos Filho (2005), temperaturas elevadas associadas à alternância de períodos secos e úmidos são determinantes na queda da qualidade das sementes. Corroborando estes dados, Morris *et al.* (2010) enfatizaram a necessidade do manejo adequado das plantas de cobertura, de forma que os resíduos vegetais promovam a proteção do solo sem que haja alta proporção de resíduos na superfície, em decorrência da dificuldade na semeadura da cultura, profundidade inadequada das sementes, dificuldade

de emergência devido à fitotoxicidade e alterações na propriedade física do solo, fatores estes passíveis de comprometer a qualidade das sementes.

**Tabela II.10** Vigor determinado pelo teste de envelhecimento acelerado das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |        |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 81 b              | 81 b         | 81 b      | 81 b   |
| Recomendada   | 86 a              | 85 a         | 85 a      | 85 a   |
| Intermediária | 85 a              | 84 a         | 83 a      | 84 a   |
| Dobro         | 80 b              | 81 b         | 82 b      | 81 b   |
| Médias        | 83                | 83           | 83        |        |
| 2010/2011     |                   |              |           |        |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 87 Ab             | 87 Aa        | 87 Aa     | 87     |
| Recomendada   | 89 Ab             | 90 Aa        | 89 Aa     | 89     |
| Intermediária | 89 Ab             | 89 Aa        | 90 Aa     | 89     |
| Dobro         | 93 Aa             | 86 Ba        | 84 Bb     | 88     |
| Médias        | 90                | 88           | 87        |        |

**Notas:** Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em  $\sqrt{x}$ ; A densidade zero corresponde ao pousio; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

No ano agrícola 2010/2011, observa-se que as sementes cultivadas sobre as plantas de cobertura estilosantes e consórcio, na densidade dobro (6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup>), apresentaram vigor inferior àquelas semeadas sobre braquiária (20 kg ha<sup>-1</sup>), na mesma densidade. Portanto, as sementes de soja desenvolvidas sob as plantas de cobertura braquiária na densidade dobro e estilosantes na densidade zero (pousio), recomendada (3 kg ha<sup>-1</sup>) e intermediária (4,5 kg ha<sup>-1</sup>) apresentaram maior vigor. De forma geral, as sementes apresentaram-se vigorosas nos dois anos de cultivo.

Resultado semelhante foi observado por Cavariani *et al.* (2001), no cultivo da soja sob as coberturas vegetais de poáceas, vegetação espontânea e sem vegetação, em sistema plantio direto. Estes autores verificaram maior vigor das sementes produzidas sob a cobertura com poáceas.

Observa-se que, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, os valores de F foram significativos para o fator densidade, mas não para a cobertura e interação cobertura x densidade (Tabela II.11).

Possivelmente, o resultado observado tenha ocorrido em função da quantidade de palha formada nas densidades de semeadura, causando variação na temperatura e no grau de umidade do solo. Penteado (2007) destacou que a presença de cobertura vegetal sobre o solo garante a diminuição da temperatura e da variação térmica do solo, principalmente, em regiões quentes onde o uso de cobertura resulta em solos com temperaturas mais amenas. Além disso, a medida que os resíduos vegetais se mantêm depositados na superfície do solo, ocorre aumento da retenção da umidade beneficiando a atividade microbiota do solo.

**Tabela II.11** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para porcentagem de sementes enrugadas obtidas no teste de pureza das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilósantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,38 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 5,23 <sup>*</sup>  | 15,35  | 13,59  |
| Cob. x Dens. | 0,60 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 0,15 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 10,62 <sup>*</sup> | 2,64   | 20,41  |
| Cob. x Dens. | 0,70 <sup>ns</sup> |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

Observa-se que, no ano agrícola 2009/2010, as coberturas vegetais não afetaram a porcentagem de sementes enrugadas a 5% de probabilidade (Tabela II.12). Porém, houve variação nos valores médios de sementes enrugadas, quando analisadas as densidades de semeadura em que foram observados maiores valores de sementes enrugadas, nas densidades zero diferindo das demais densidades.

Conforme Marcos Filho (2005), a deficiência hídrica durante o período de enchimento das vagens provoca redução acentuada no rendimento, em virtude da formação de sementes menores, mais leves e, dependendo do cultivar, enrugadas e deformadas. A condição de deficiência hídrica, na fase de enchimento de grãos (Figura I.1), aliada à formação inadequada da quantidade e qualidade de palha desenvolvida sob pousio (densidade zero) pode ter sido a causa da grande quantidade de sementes enrugadas no presente estudo.

Posteriormente, já no período de pré-colheita, as sementes foram expostas a altos índices de pluviosidade (Figura I.1) levando ao atraso no processo de colheita.

Provavelmente, as parcelas com densidade zero, com menor fitomassa, podem ter exposto as sementes a condições extremas de umidade, causando enrugamento, devido à oscilação do teor de água da semente de soja, em função das condições de umidade ambiental. Segundo Vieira *et al.* (1982) e França Neto *et al.* (2007), o retardamento da colheita pode reduzir a qualidade fisiológica da semente, devido às condições de armazenagem no campo e exposição a frequentes perdas e absorções de umidade, causando rachaduras e enrugamento no tegumento (VIEIRA *et al.*, 1982).

**Tabela II.12** Porcentagem de sementes enrugadas, obtidas no teste de pureza da soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado, intermediário e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |         |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|---------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias  |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |         |
| Zero          | 18,59 a           | 18,59 a      | 18,59 a   | 18,59 a |
| Recomendado   | 14,23 a           | 12,63 a      | 14,06 b   | 13,64 b |
| Intermediário | 13,29 a           | 16,29 a      | 12,59 b   | 14,13 b |
| Dobro         | 16,28 a           | 15,36 a      | 13,76 b   | 15,13 b |
| Médias        | 15,60             | 15,72        | 14,75     |         |
| 2010/2011     |                   |              |           |         |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias  |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |         |
| Zero          | 3,96 a            | 3,96 a       | 3,96 a    | 3,96 a  |
| Recomendado   | 1,79 b            | 2,08 b       | 2,22 b    | 2,03 b  |
| Intermediário | 1,99 b            | 1,62 b       | 2,32 b    | 1,98 b  |
| Dobro         | 2,41 b            | 3,25 a       | 2,06 b    | 2,57 b  |
| Médias        | 2,54              | 2,64         | 2,73      |         |

**Notas:** Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em  $\sqrt{x}$ ; A densidade zero corresponde ao pousio; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

No ano agrícola 2010/2011 os valores médios de sementes enrugadas, quando cultivadas sob as coberturas vegetais, foram semelhantes entre si. Entretanto, as sementes obtiveram variação na média, quando analisada a densidade de semeadura das plantas de cobertura, em que a densidade zero diferiu das demais densidades, apresentando maior porcentagem de sementes enrugadas. As sementes de soja cultivadas sob braquiária, estilosantes e consórcio apresentaram, na densidade zero, maior porcentagem de sementes enrugadas, diferindo das demais densidades de semeadura, com exceção da cobertura vegetal de estilosantes que na densidade dobro (6 kg ha<sup>-1</sup>) foi semelhante à densidade zero.

Segundo França Neto *et al.* (2007), a exposição de sementes de soja a ciclos alternados de umidades, associada com condições de elevadas temperaturas, pode resultar

na formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo. Além da alternância nas médias de umidade (Figura I.2), a formação de fitomassa na quantidade e qualidade inadequada, encontrada na densidade zero (pousio), pode ter sido agravada pelas condições ambientais e, conseqüentemente, contribuído com a maior porcentagem de sementes enrugadas.

## II.5.2 Qualidade nutricional de sementes

No ano agrícola 2009/2010, os valores de F foram significativos para teores de lipídios, para os fatores cobertura e densidade, mas não o foram para a interação entre eles (Tabela II.13). No ano agrícola 2010/2011, os valores de F não foram significativos para os fatores analisados a 5% de probabilidade. O valor do CV foi considerado baixo e indica alta homogeneidade dos dados.

**Tabela II.13** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para teores de lipídios (%) das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 3,18 *             |        |        |
| Densidade    | 10,04 *            | 18,75  | 2,18   |
| Cob. x Dens. | 0,95 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 2,44 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidade    | 1,14 <sup>ns</sup> | 22,05  | 1,44   |
| Cob. x Dens. | 1,34 <sup>ns</sup> |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

No ano agrícola 2009/2010, observa-se que os valores médios da porcentagem de lipídios das sementes de soja foram menores quando a cultura foi semeada sob a cobertura vegetal braquiária, diferindo do estilosantes e consórcio (Tabela II.14).

O resultado observado no consórcio pode ter sido determinado pela combinação de resíduos com características favoráveis à nutrição das plantas (URQUIAGA *et al.*, 2004).

Conforme Torres, Pereira e Fabian (2008), as plantas de cobertura semeadas na entressafra, em sistema plantio direto, apresentam capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais e, depois, liberá-los nas camadas superficiais por meio da decomposição e da mineralização dos seus resíduos. Além disso, situações de atraso na



colheita, como foi observado no presente estudo, podem acarretar decréscimo nos níveis de óleo e proteína das sementes (EMBRAPA, 2006).

A porcentagem média de lipídios contida nas sementes de soja também apresentou variação, em função da densidade de semeadura, de maneira que a densidade intermediária (15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente) apresentou valor superior às demais. As sementes produzidas sob a cobertura braquiária, estilosantes e consórcio apresentaram maiores porcentagens de lipídios na densidade intermediária, diferindo das demais densidades, com exceção da cobertura braquiária na qual a densidade intermediária (15 kg ha<sup>-1</sup>) foi semelhante à densidade zero e recomendada (10 kg ha<sup>-1</sup>), diferindo apenas da densidade dobro (20 kg ha<sup>-1</sup>).

**Tabela II.14** Teores de lipídios (%) das sementes de soja produzidas sob coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |         |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|---------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias  |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |         |
| Zero          | 18,67 Aa          | 18,67 Ab     | 18,67 Ab  | 18,67 b |
| Recomendado   | 18,64 Aa          | 18,79 Ab     | 18,68 Ab  | 18,68 b |
| Intermediário | 18,87 Ba          | 20,07 Aa     | 20,01 Aa  | 19,65 a |
| Dobro         | 17,35 Ab          | 18,36 Ab     | 18,35 Ab  | 18,02 c |
| Médias        | 18,38 B           | 18,97 A      | 18,91 A   |         |
| 2010/2011     |                   |              |           |         |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias  |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |         |
| Zero          | 22,19             | 22,19        | 22,19     | 22,19   |
| Recomendado   | 21,87             | 21,54        | 22,44     | 21,95   |
| Intermediário | 22,53             | 22,07        | 21,99     | 22,20   |
| Dobro         | 21,75             | 21,45        | 22,37     | 21,86   |
| Médias        | 22,08             | 22,25        | 22,00     |         |

**Notas:** Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em  $\sqrt{x}$ ; A densidade zero corresponde ao pousio; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

Segundo Marcos Filho (2005), a produção de sementes com maior teor de óleo pode ser determinada em função de maiores temperaturas, durante o estágio de maturação da soja. Possivelmente, no presente estudo o menor teor de lipídio observado na densidade dobro (20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente) pode ter ocorrido em função da diminuição da temperatura do solo, sob elevadas quantidades de resíduos vegetais na maior densidade de semeadura.

Corroborando esses dados, Barbosa *et al.* (2011) afirmaram que temperaturas mais altas e menores médias de precipitação pluviométrica, durante a fase de enchimento de grãos, favoreceram o acúmulo de óleo nas sementes.

No ano agrícola 2010/2011, observa-se que os valores médios da porcentagem de lipídios das sementes de soja não variaram a 5% de probabilidade (Tabela II.14). Embora não tenha havido diferença, o comportamento foi o mesmo, isto é, menores teores na densidade dobro.

Considerando que variações na temperatura, que ocorrem entre 20 e 40 dias antes da maturação dos grãos, exercem maior influência sobre o acúmulo de óleo do que as ocorridas em outros períodos (PÍPOLO, 2002; RANGEL *et al.*, 2004), pode-se observar que a cultura da soja, no presente ano agrícola, foi exposta à baixa variação da temperatura (Figura I.3), insuficiente para alterar, significativamente, a porcentagem de lipídios das sementes. Entretanto, de acordo com Lee (2003), a alteração dos componentes afetados pelas condições ambientais na fase de crescimento varia de acordo com os diferentes genótipos.

No ano agrícola 2009/2010, observa-se que os valores de F não foram significativos para os fatores analisados a 5% de probabilidade (Tabela II.15). No ano agrícola 2010/2011, os valores de F não foram significativos para os fatores analisados, com exceção do fator cobertura. O valor do CV foi considerado baixo e indica alta homogeneidade dos dados.

**Tabela II.15** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para teores de proteína (%) das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado, intermediário e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010    |                    |        |        |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 2,01 <sup>ns</sup> |        |        |
| Densidades   | 0,11 <sup>ns</sup> | 41,39  | 1,52   |
| Cob. x Dens. | 0,89 <sup>ns</sup> |        |        |
| 2010/2011    |                    |        |        |
| Fatores      | F                  | MG (%) | CV (%) |
| Cobertura    | 3,63 <sup>*</sup>  |        |        |
| Densidades   | 1,76 <sup>ns</sup> | 38,97  | 1,11   |
| Cob. x Dens. | 1,40 <sup>ns</sup> |        |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

No ano agrícola 2009/2010, o teor de proteína das sementes não diferiu entre as plantas de cobertura e as densidades de semeadura (Tabela II.16).

Entretanto, é possível observar altos valores de proteína nas variáveis analisadas, com médias acima de 41%. Possivelmente, o elevado teor de proteína está relacionado às

restrições hídricas observadas na fase de enchimento de grãos (Figura I.1), capaz de elevar os teores de proteínas, o que está de acordo com Marcos Filho (2005).

No ano agrícola 2010/2011, foi observada variação no teor de proteína das sementes de soja cultivadas sob as plantas de cobertura (Tabela II.16). Os valores médios observados indicaram que as sementes cultivadas sob a cobertura consórcio apresentou maior teor de proteína, quando comparado às sementes cultivadas sob braquiária e estilosantes. As sementes de soja cultivadas sob consórcio na densidade intermediária (4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup>) diferiu das densidades zero (pousio), recomendada (3 + 10 kg ha<sup>-1</sup>) e dobro (6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> consórcio), apresentando maior teor de proteína.

**Tabela II.16** Teor de proteína das sementes de soja cultivadas sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendado, intermediário e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |        |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 41,25             | 41,25        | 41,25     | 41,25  |
| Recomendada   | 41,03             | 41,75        | 41,31     | 41,36  |
| Intermediária | 41,33             | 42,68        | 40,53     | 41,51  |
| Dobro         | 40,97             | 41,73        | 41,60     | 41,43  |
| Médias        | 41,14             | 41,17        | 41,85     |        |
| 2010/2011     |                   |              |           |        |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 39,07 Aa          | 39,07 Aa     | 39,07 Ab  | 39,07  |
| Recomendada   | 38,65 Aa          | 38,79 Aa     | 39,11 Ab  | 38,85  |
| Intermediária | 38,90 Ba          | 38,56 Ba     | 40,50 Aa  | 39,32  |
| Dobro         | 38,31 Aa          | 38,64 Aa     | 38,92 Ab  | 38,62  |
| Médias        | 38,73 B           | 38,76 B      | 39,40 A   |        |

**Notas:** Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em  $\sqrt{x}$ ; A densidade zero corresponde ao pousio; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

Provavelmente, no presente estudo, a cultura da soja semeada sob consórcio, na densidade intermediária (4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup>) foi submetida a condições de temperaturas mais amenas, quando comparada às coberturas de braquiária e estilosantes, nas demais densidades.

Estudos desenvolvidos por Pípolo (2002) identificaram tendência das sementes coletadas nos locais com temperaturas mais amenas apresentarem maior concentração de proteínas do que aquelas coletadas nos locais com temperaturas mais altas. Entretanto, segundo o autor, a variação do teor de proteína foi mais bem justificada pelo estresse

hídrico, do que pela temperatura. Corroborando estes dados, Krzyzanowski *et al.* (2008) relataram que a origem de sementes enrugadas, em função de altas temperaturas, pode afetar negativamente o teor de óleo e proteínas. Entretanto, no presente estudo não foi observada relação entre o teor de proteína e óleo com a porcentagem de sementes enrugadas, possivelmente, porque o fator determinante da porcentagem de sementes enrugadas, no presente estudo, não tenha sido as altas temperaturas (Figura I.3), mas as variações de umidade (Figura I.2).

Segundo Marcos Filho (2005), há relação inversa entre os teores de proteínas e de óleo, ou seja, a elevação do teor de óleo ocorre paralelamente à redução do teor de proteínas e vice-versa. Porém, no presente estudo a maior porcentagem de proteína observada na cobertura consórcio não resultou em diminuição significativa no teor de lipídios para esta cobertura (Tabela II.16).

Outro fator a ser considerado é a possibilidade de efeitos alelopáticos, decorrentes da decomposição das plantas de cobertura, terem influenciado na porcentagem de proteínas das sementes da soja. Para Durigan e Almeida (1993), os efeitos alelopáticos apresentam a capacidade de interferir em processos, como a germinação das sementes e o crescimento das plântulas, assimilação de nutrientes, fotossíntese, respiração, síntese de proteína, atividade enzimática e perda de nutrientes, pelos efeitos na permeabilidade da membrana celular.

### **II.5.3 Produtividade da cultura da soja**

Nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011 (Tabela II.17), observa-se que os valores de F não foram significativos a 5% de probabilidade. No ano agrícola 2009/2010, o CV foi considerado alto, indicando heterogeneidade dos dados, enquanto no ano agrícola 2010/2011, o CV foi baixo, indicando homogeneidade dos dados.

No ano agrícola 2009/2010 (Tabela II.18), observa-se produtividade mais baixa, provavelmente, em função da deficiência hídrica registrada durante o período de enchimento de grãos (Figura I.1), concordando com os resultados obtidos por Ávila *et al.* (2007); além da alta infestação de percevejos, que acometeu a área experimental, devido à colheita antecipada das áreas agrícola próximas.

Assim, o resultado observado no presente estudo corrobora a afirmação de Motta *et al.* (2002), os quais indicam a alta dependência da produtividade da cultura da soja às condições climáticas vigentes durante o ciclo da cultura.

**Tabela II.17** Valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV), para produtividade da cultura da soja cultivada sob as coberturas vegetais braquiária nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |              |                    |                           |        |
|---------------|--------------|--------------------|---------------------------|--------|
| Variável      | Fatores      | F                  | MG (kg ha <sup>-1</sup> ) | CV (%) |
| Produtividade | Cobertura    | 0,80 <sup>ns</sup> | 2822                      | 22,96  |
|               | Densidades   | 2,21 <sup>ns</sup> |                           |        |
|               | Cob. x Dens. | 0,52 <sup>ns</sup> |                           |        |
| 2010/2011     |              |                    |                           |        |
| Variável      | Fatores      | F                  | MG (kg ha <sup>-1</sup> ) | CV (%) |
| Produtividade | Cobertura    | 0,67 <sup>ns</sup> | 3267                      | 9,36   |
|               | Densidades   | 1,33 <sup>ns</sup> |                           |        |
|               | Cob. x Dens. | 0,18 <sup>ns</sup> |                           |        |

**Notas:** \* = significativo; ns = não significativo; As variáveis apresentaram distribuição normal – teste de Anderson Darling e Homocedasticidade (MINITAB).

**Tabela II.18** Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja cultivada sob as coberturas vegetais braquiária, estilosantes e consórcio nas densidades zero, recomendada, intermediária e dobro, para cada espécie, nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Cascavel, PR (2009 a 2011)

| 2009/2010     |                   |              |           |        |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 2457              | 2457         | 2457      | 2457   |
| Recomendada   | 2856              | 3015         | 2793      | 2888   |
| Intermediária | 2888              | 2816         | 3327      | 3010   |
| Dobro         | 2798              | 2690         | 3310      | 2932   |
| Médias        | 2750              | 2744         | 2972      |        |
| 2010/2011     |                   |              |           |        |
| Densidades    | Cobertura vegetal |              |           | Médias |
|               | Braquiária        | Estilosantes | Consórcio |        |
| Zero          | 3155              | 3165         | 3155      | 3155   |
| Recomendada   | 3491              | 3346         | 3295      | 3377   |
| Intermediária | 3292              | 3265         | 3266      | 3275   |
| Dobro         | 3374              | 3256         | 3157      | 3262   |
| Médias        | 3328              | 3255         | 3218      |        |

**Notas:** Não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade; Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em  $\sqrt{x}$ ; A densidade zero corresponde ao pousio; A densidade recomendada corresponde aos valores 10; 3 e 10 + 3 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade intermediária corresponde aos valores 15; 4,5 e 4,5 + 15 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente; A densidade dobro corresponde aos valores 20; 6 e 6 + 20 kg ha<sup>-1</sup> para braquiária, estilosantes e consórcio, respectivamente.

França Neto *et al.* (2007) afirmaram que o intenso ataque de insetos, principalmente percevejos sugadores, durante as fases finais de enchimento de grãos e de maturação, podem ocasionar severa redução da produtividade. Condição esta que, também, pode ter influenciado na produtividade final observada no presente estudo.

No ano agrícola 2010/2011 (Tabela II.18), observa-se produtividades mais elevadas para a cultura da soja semeada sob as plantas de coberturas nas densidades avaliadas. A

elevação da produtividade pode ter sido decorrência das condições ambientais favoráveis durante o desenvolvimento da cultura, principalmente nas fases mais críticas, ou seja, altas precipitações durante a germinação e enchimento de grãos, aliadas à baixa precipitação no período pré-colheita.

Logo, as condições observadas, no presente estudo, condizem com as recomendações de Castro, Reis e Lima (2006). Segundo os autores, a pluviosidade é o principal fator climático que pode limitar a produção, conforme sua frequência e quantidade. As fases de germinação e floração/enchimento das vagens são as que mais requerem chuvas, para que a lavoura produza satisfatoriamente. Já no período da colheita, as chuvas passam a ser indesejáveis.

Para Scheeren *et al.* (2010) e Kolchinski, Schuch e Peske (2005), a qualidade de sementes está relacionada à produtividade. Assim, lotes de alto vigor proporcionam maiores produtividades da cultura da soja. Evidências semelhantes foram observadas no presente estudo, em que foram obtidos, no ano agrícola 2010/2011, valores de produtividade, qualidade fisiológica e porcentagem de lipídios superiores aos observados no ano 2009/2010.

## II.6 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, nas condições em que foi realizado, é possível concluir que a qualidade das sementes de soja é influenciada pelas condições ambientais, entretanto, o manejo das plantas de cobertura pode amenizar eventuais danos à qualidade da semente, porquanto as densidades de semeadura das plantas de cobertura foram mais atuantes, se comparadas às espécies das plantas de cobertura.

Logo, para a obtenção de sementes de soja com maior qualidade, seja ela fisiológica ou nutricional, não é recomendada a utilização da densidade zero, ou seja, do pousio antecedendo à cultura da soja.

Ao priorizar a qualidade nutricional das sementes de soja é recomendada a utilização do consórcio de plantas de cobertura na densidade intermediária ( $4,5 + 15 \text{ ha}^{-1}$ ), como forma mais adequada de manejo, o que proporciona maiores teores de lipídio e proteína.

## REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R. Manejo de glyphosate em soja RR e a qualidade das sementes. *Informativo Abrates*, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 45-54, 2010.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILA, M. R.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. *Bragantia*, Campinas, v. 67, p. 865-873. 2008.
- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 38-45, 1991.
- ANDREWS, C. H. Preharvest environment: Weathering. *In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J.A.* (ed). *Soybean seed quality and stand establishment*. International Soybean, London, v. 6, n. 22, p. 19-25, 1982.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP. 1992, 247 p.
- BARBOSA, V. S.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SIQUEIRA, G. B. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 3, 742-749, 2011.
- BERN, C. J.; RUKUNUDIN, I. H.; ZAGRABENYEV, D. O.; COGDILL, R. P. Preserving soybean quality during storage. *In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguassu. Proceedings...* Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 208. (Documentos n. 228. Embrapa Soja)
- BIANCHETTI, A. Tecnologia de sementes de essências florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 3, n. 3, p. 27-46, 1981.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.
- BRACCINI, A. D. L.; MOTTA, I.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; ÁVILA, M. R.; MESCHÉDE, D.K. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 1, p. 81-92, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.



CASAGRANDE, E. C.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P. K.; BRETON, M. C.; NEPOMUCENO, A. L. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Lavras, v. 13, n. 2, p. 168-184. 2001.

CASTRO, S. H.; REIS, R. P.; LIMA, A.L.R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicaseiros no oeste da Bahia. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, 2006.

CAVARIANI, C.; LIMA, E. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da cobertura vegetal e da calagem superficial na implantação do sistema de semeadura direta. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES*, 12., 2001, Curitiba: Informativo ABRATES, Londrina, v. 11, n. 2, p. 90, 2001.

COLLIER, L. S.; CORREIA, M. A. R.; RAMOS, L. N.; PRADO, R. M.; FLORES, R. A.; NUNES, T. V. Adubação fosfatada no sulco sob palhada de leguminosa e produtividade de milho em plantio direto no Tocantins. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 55, n. 2, p. 109-116, 2008.

COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S. Organismos do solo e atividade microbiana no solo no plantio direto. *In: Sistema Plantio Direto com Qualidade*. Londrina: IAPAR, Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2006.

COSTA, A. C. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.

COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CABRAL, N. T.; MENDES, E. M. C. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 17, n. 1, p. 107-112, 1995.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. Noções sobre alelopatia. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA GADO DE CORTE. Cultivo e uso do estíloantes-campo-grande. Campo Grande: Embrapa gado de corte, 2007, 11p. (Comunicado técnico 105).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. Exigências climáticas. Campo Grande: Embrapa Soja, 2003 (Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000. Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 103-109. (Embrapa Soja. Documentos, 131).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225 p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, n. 11).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. Tecnologias de produção de soja – Paraná 2005. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 218 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, n. 6).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262 p. (Embrapa Soja / Sistemas de Produção, n. 13)

FERREIRA, D. F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Produção de sementes de soja: fatores de campo. Revista Seed News, Pelotas, n. 2, p. 20-24, 2000.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade – Série Sementes. Londrina PR: Embrapa soja, 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 40). 2007.

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C. Seed production and technology for the tropics. *In*: Tropical soybean – improvement and production. EMBRAPA – CNPSo. Plant Production and Protection Series, n. 27. FAO, Rome. p. 217-240. 1994.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. Bragantia, Campinas, v. 69, n. 3, p.727-734, 2010.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35)

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2005. 1018 p.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SIMEPAR - SIMEPAR. Tecnologia e informações ambientais. 2011. Disponível em: <http://www.simepar.br/>. Acesso em: 2 jun. 2011.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. Ciência Rural, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

KRON, A. P.; SOUZA, G. M.; RIBEIRO, R. V. Water deficiency at different developmental stages of *Glycine max* can improve drought tolerance. Bragantia, Campinas, v. 67, n. 1, p. 43-49, 2008.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. Revista Seed News, Pelotas, n. 11, p. 20-21, 1999.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 7 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 55).

LEE, S. J.; YAN, W.; AHN, J. K.; CHUNG, I. M. Effects of year, site, genotype and their interactions on various soybean isoflavones. Field Crops Research, Amsterdam, v. 81, n. 2, p. 181-192, 2003.

LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; TAGLIAFERRE, C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 51-58, 2002.

LOPES, R. A. P, NÓBREGA, L. H. P., PRIOR, M., BORTOLOTTI, V. C., URIBE-OPAZO, M. A. Variação da densidade e teor de água em um latossolo sob dois sistemas de cultivo. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 30, 2001, Foz do Iguaçu. Anais.... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (Editado em CD ROM).

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. *In: CÂMARA, G.M.S. Soja tecnologia da produção. Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz"/USP. Piracicaba*, 1998. p. 206-243.

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

MARCOS FILHO, J. Produção de semente de soja. Campinas: Cargill, 1986, 86 p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. *In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES*, 1999. p. 1-21.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. Testes de vigor. Piracicaba: ESALQ/USP, 53p. 1987.

MEDINA, P. F. Produção de sementes de cultivares de soja, em diferentes épocas e locais do estado de São Paulo. 1994. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, 1994.

MIYASAKA, S.; NAGAI, K.; SAKITA, M. N. ; MIYASAKA, N. S. Manejo de biomassa e do solo com vistas à agricultura sustentável. *In: MIYASAKA, S. Manejo da biomassa e do solo visando à sustentabilidade da agricultura brasileira. São Paulo: Fundag*, 2008. 192 p.

MOREIRA, C. T.; SOUZA, P. I. M.; FARIAS NETO, A. L.; ALMEIDA, L. A. Ocorrência de variações na coloração do hilo de sementes de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. (Comunicado Técnico, 5).

MORRIS, N. L.; MILLER, P. C. H.; ORSON, J. H.; FROUD-WILLIAM, R. J. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 108, n. 1-2, p. 1-15, 2010.

MOTTA, I. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES, A. C. A.; BRACCINI, M. C. L. Característica agronomicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2000.

MOTTA, I. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; INOUE, M. H.; RIZZATTI ÁVILA, M.; BRACCINI, M. C. L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. I. Efeito nas características agrônômicas. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1275-1280, 2002.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. (Ed.). Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES*, 1999, p. 2.1-2.21.

NAKAGAWA, J.; GASPAR, C. M.; SANTOS, J. R.; CARDOSO, C. L.; BICUDO, S. J. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 73-80, 2003.

NEDEL, J. N. Fundamentos da qualidade de sementes. *In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. (Ed.). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: UFPel, 2003. p. 95-138.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. *In: BONATO, E. R. (Ed.). Estresses em soja*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2000. p. 19-44.

NOVEMBRE, A. D. L. C. Avaliação da qualidade de sementes. *Revista Seed News*. Pelotas, v. 5, n. 3, p. 24-28, 2001.

NUNES, U. R.; SANTOS, N. F.; FARNEZI, M. M. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; PEREIRA, G. D. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em plantio direto sobre diferentes coberturas de plantas em Diamantina MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1737-1743, 2007.

PADILHA, L.; GUIMARÃES, C. T.; PAIVA, E. Avaliação da pureza genética de sementes de milho utilizando marcadores microssatélites. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. 65 p. (Embrapa/Circular Técnica, 30).

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v. 16, n. 1, p. 32-41, 2009.

PASIN, N. H. Secagem estática de sementes de soja. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 2, n. 1, p. 33-39, 1991.

PENTEADO, S. R. Adubação verde e produção de biomassa: melhorias e recuperação dos solos. Campinas, SP: Livros Via Orgânica, 164 p. , 2007.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14 ed., Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

PÍPOLO, A. E. Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 2002. 128 f. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. *In: Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011, 348 p.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2. ed. Brasília: [s.n. ], 1985. 289 p.

PRADO, R. M. Estado nutricional da semente repercute na sua qualidade. *Revista Seed News*, Pelotas, v. 8, n. 4, p. 18-21, 2004.

PRÓ SEMENTES. Sementes para pastagens. Ruzizensis. 2010. Disponível em: <http://www.prosementes.com.br/detProdutos.php?id=31&cat=8>. Acesso em: 2 jun. 2010.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; SOUSA-SILVA, J. C.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. Desenvolvimento inicial de mudas de *Curatella americana* L. em diferentes condições de sombreamento em viveiro. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, Brasília* v. 9, p. 23-34, 2002.

RANGEL, M. A. S.; CAVALHEIRO, L. R.; CAVICHIOLLI, D.; CARDOSO, P. C. Efeito do genótipo e do ambiente sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja, em quatro ambientes da região sul de Mato Grosso do Sul, safra 2002/2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 17).

RIBEIRO, D. M. V. A. Adequação do teste de condutividade elétrica de massa e individual para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. 1999. 105 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Lavras: UFLA, 1999.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes, Brasília*, v. 32, n. 3, p. 035-041, 2010.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. *Revista Brasileira de Sementes, Brasília*, v. 31, n. 1, p. 144-149, 2009.

SEDYAMA, C. G.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. Relações clima-água-plantas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27.*, 1998, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 46-85.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S.M. Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.

TEIXEIRA, I.R.; BÓREM, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta a adubação foliar com manganês e zinco. *Bragantia, Campinas*, v. 64, n.1, p. 83-88, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 43, n. 3, p. 421- 428, 2008.

URQUIAGA, S.; SISTI, C. P. J.; ZOTARELLI, L.; ALVES, B. J. R. Manejo de sistemas agrícolas para sequestro de carbono no solo. *In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed.). Conhecimentos e técnicas avançadas para o estudo dos processos da biota no sistema solo-plantas.* Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 257-273.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, v. 24, n. 1, p. 35-42, 2000.

VIEIRA, R. D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, C. S.; THIEBAUT, J. T. L. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade de sementes de soja cv "UFV-2". *Revista Brasileira de Sementes, Brasília*, v. 4, n. 2, p. 9-22, 1982.