

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

**MÁRCIA MARIA MAULI**

***MANEJO DA CULTURA DA SOJA E PLANTAS INVASORAS SOB COBERTURA VEGETAL DE AVEIA  
PRETA E CONSÓRCIO DE AVEIA PRETA, ERVILHACA COMUM E NABO FORRAGEIRO***

**CASCAVEL**  
**2009**

Ficha catalográfica

Elaborada pela Biblioteca Central do Campus de Cascavel - Unioeste

M411m Mauli, Márcia Maria  
Manejo da cultura da soja e plantas invasoras sob cobertura vegetal de aveia preta e consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro / Márcia Maria Mauli— Cascavel, PR: UNIOESTE, 2009.  
91 f. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.  
Bibliografia.

1. *Glycine max.* 2. Rotação de culturas. 3. Cobertura vegetal. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21ed. 631.58

**Bibliotecária: Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362**

**MÁRCIA MARIA MAULI**

**Manejo da cultura da soja e plantas invasoras sob cobertura vegetal de aveia preta e consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega

**CASCADEL – PARANÁ – BRASIL  
- 2009**

**Márcia Maria Mauli**

**Manejo da cultura da soja e plantas invasoras sob cobertura vegetal de aveia preta e consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro**

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

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

Prof<sup>a</sup>. Dra. Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

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

Prof. Dr. Ricardo Ralisch  
Centro de Ciências Agrárias, Depto de Agronomia - Universidade Estadual de Londrina, UEL

Cascavel, 2009

## **BIOGRAFIA**

14 de janeiro de 1982

Catanduvas /PR

Licenciatura/Bacharelado em Ciências Biológicas / UNIOESTE- Cascavel - 2006

*Algumas pessoas marcam nossa vida para sempre, umas porque nos ajudam na construção, outras porque nos apresentam projetos de sonhos e outras ainda porque nos desafiam a construí-los...*

*... dedico este trabalho às pessoas que contribuíram muito para ele e a todos aqueles que acreditam que a ousadia e o erro são caminhos para as grandes realizações.*

## **AGRADECIMENTOS**

Àquele que me deu forças para continuar todos os dias... Deus, sem o qual nada seria possível;

À minha família, que me deu apoio e carinho, até mesmo quando eram “obrigados” a ajudar nas avaliações;

Ao meu namorado, Ailson, que com tanta dedicação e carinho esteve ao meu lado, incondicionalmente, sem o qual eu não teria alcançado meus objetivos;

À minha orientadora, Lúcia, agradeço por repartir comigo seu conhecimento, por acreditar em mim e também por tantas experiências compartilhadas nesse período, as quais auxiliaram no meu crescimento profissional e pessoal;

Aos meus amigos e alegres companheiros de trabalho, Danielle, Gislaine, Márcia S., Márcia K., Samara, Diego, Fábio, Michele, que me socorreram durante todo esse período e tornaram os obstáculos mais fáceis de serem transpostos;

Aos membros da banca: prof. Godoy, prof<sup>a</sup>. Mônica, prof. Ricardo Ralisch, por terem aceitado participar da avaliação deste trabalho e pelas contribuições;

Aos docentes da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIOESTE;

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), pela oportunidade e

À CAPES, pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

**A TODOS VOCÊS, O MEU SINCERO OBRIGADA!!!!**

## Resumo

### **Manejo da cultura da soja e plantas invasoras sob cobertura vegetal de aveia preta e consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro em primeiro cultivo**

A adequação da cobertura vegetal ao sistema agrícola, com espécies que possuam em sua composição química substâncias capazes de auxiliar no controle das plantas invasoras, é alternativa promissora para diminuir o uso de herbicidas na agricultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a interferência dos resíduos culturais de aveia preta e também do consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro sobre a incidência de plantas invasoras; emergência de plântulas, crescimento de plantas e produtividade da cultura de soja; além da qualidade da semente da soja colhida. O experimento foi conduzido em campo, nos anos 2007/2008, demarcando-se parcelas de 5 m x 2 m, com 1 m de bordadura entre elas e distribuídas em sete tratamentos, ao acaso, com cinco repetições cada. Durante o desenvolvimento da cultura, avaliaram-se os parâmetros: índice de velocidade de emergência, desenvolvimento de planta e incidência de espécies invasoras. Após a colheita, em laboratório, foram avaliadas as sementes colhidas pela determinação de teor de água, massa de 100 sementes, pureza, produtividade, porcentagem de germinação e vigor. O delineamento experimental foi em esquema fatorial com dois fatores com testemunha e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Observa-se que as espécies invasoras não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. De maneira geral, os tratamentos não influenciaram na altura de plantas e aumentaram a produtividade da soja. Entretanto, apresentaram sementes menos vigorosas quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. A pureza das sementes foi menor quando submetida ao cultivo com aveia preta. A massa de 100 sementes foi alterada pelos tratamentos, sendo maior em cultivo sob aveia preta. Os demais parâmetros analisados não mostraram diferenças estatísticas. Conclui-se, portanto, que tais espécies são indicadas como alternativa para cobertura de inverno, na rotação de culturas com a soja, pois melhoram os aspectos agrônômicos da cultura.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; rotação de culturas; cobertura vegetal.



## **Abstract**

### **SOYBEAN AND WEED PLANTS MANAGEMENT UNDER COVER CROPS AS BLACK OATS PLUS A CONSORTIUM OF BLACK OATS, COMMON VETCH AND FORAGE TURNIP DURING THEIR FIRST TILLAGE**

The adjustment of a cover crop to the agricultural system, with species whose chemical composition has substances able to control weeds, is a promising alternative to decrease herbicides application in agriculture. So, this trial aimed at analyzing the interference of black oats residues as well as black oat, common vetch and forage turnip consortium on weeds incidence, seeds emergence, seedling emergence, plants development, soybean productivity and its harvested seeds quality. The trial was carried out on field, from 2007 to 2008, with 5 m x 2 m plots and 1 m of border among them, distributed in seven randomized treatments with five replications each. During the crop development, the following parameters were evaluated: emergence speed index, plants development and weeds incidence. After harvest, in the laboratory, harvested seeds were evaluated according to: water content determination, weight of 100 seeds, purity, productivity, percentages of germination and vigor. It was a factorial experimental design with two factors plus one control and the averages were compared by the Tukey test at 5% level of significance. The weeds species did not differ statistically among the treatments. By and large, the treatments did not influence on plants heights, but increased the soybean productivity. However, the seeds showed less vigor when under the accelerated aging test. The seeds purity was inferior when they were under black oats crop. The weight of 100 seeds was changed by the treatments and they were heavier when grown on black oats. The other analyzed parameters did not show any statistic difference. It is, therefore, concluded that these species are good alternatives as winter covers in soybean crop under rotation system, since they improve the agronomic aspects of this culture.

**Keywords:** *Glycine max*; crop rotation; cover crop

## 1 INTRODUÇÃO

A visão equivocada do processo agrícola leva ao uso excessivo e indiscriminado de herbicidas e gera, como consequência, a crescente resistência de plantas invasoras aos produtos químicos e o aumento da dependência por parte dos produtores.

A adoção da prática de rotação de culturas pode minimizar esse problema, pois aumenta a biodiversidade, bem como diminui os desequilíbrios físicos, químicos e biológicos ocasionados por manejos inadequados, como a monocultura.

A introdução de plantas de cobertura na rotação de culturas preserva a qualidade do ambiente sem prescindir de produtividades elevadas das culturas comerciais e do retorno econômico. Além disso, muitas plantas utilizadas como cobertura possuem substâncias químicas que, quando liberadas no ambiente, podem interferir no crescimento e desenvolvimento de outras. A essa interferência se dá o nome de alelopatia (RICE, 1974).

O uso de plantas com propriedades alelopáticas comprovadas é alternativa promissora na agricultura no controle de plantas invasoras presentes em culturas comerciais.

Faz-se necessário também, além do controle de invasoras, um incremento na produtividade agrícola, o qual considera a disponibilidade de nutrientes no solo, boa formação de palhada, adequação da cobertura vegetal à cultura e ao sistema de manejo escolhido, dentre outras características.

As espécies são escolhidas segundo a infraestrutura do produtor e as condições do local, cujas características são utilizadas com intuito de minimizar os problemas específicos, resultando em melhor produtividade e menor custo.

As principais plantas utilizadas como cobertura vegetal de inverno na região Oeste do Paraná, aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) possuem comprovado potencial alelopático (TOKURA & NÓBREGA, 2005; SEPROTEC, 2007; SANTOS, LHAMBY & WOBETO, 1998), além de proporcionar boa disposição de palhada, incrementar o solo com nitrogênio e apresentar raízes eficientes que colaboram no processo de descompactação.

Assim, a utilização de espécies de plantas de cobertura adaptadas regionalmente e distribuídas adequadamente no tempo e na propriedade conduz a uma agricultura ecologicamente equilibrada e economicamente viável. Por isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar possíveis interferências relacionadas à quantidade de palhada

produzida pela aveia preta e também pelo consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro sobre a incidência de plantas invasoras, em plantas de cobertura e na cultura da soja; emergência, desenvolvimento e produtividade de soja; além da qualidade de sementes da soja colhida e o reflexo do uso de cobertura vegetal no banco de sementes do solo analisados em um ano agrícola.

## SUMÁRIO

Resumo .....	v
Manejo da cultura da soja e plantas invasoras sob cobertura vegetal de aveia preta e consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro em primeiro cultivo.....	v
Abstract - Soybean and weed plants management under cover crops as black oat plus a consortium of black oat, common vetch and forage turnip .....	vi
1 INTRODUÇÃO .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
Capítulo I .....	1
Variação da quantidade de resíduos de culturas de inverno usadas como cobertura vegetal sobre a incidência de plantas invasoras e banco de sementes do solo em um ano agrícola .....	1
Resumo .....	1
Abstract - Variation on the Amount of Winter Cover Crops Wastes on Weeds Incidence and Soil Seed Bank .....	2
I. 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
I. 2.1 Cultura da soja .....	5
I. 2.1.1 Emergência e desenvolvimento da soja .....	6
I. 2.2 Manejo da cultura de soja .....	7
I. 2.2.1 Plantio direto .....	7
I. 2.2.2 Rotação de cultura .....	8
I. 2.2.3 Cobertura vegetal .....	9
I. 2.2.3.1 Aveia preta ( <i>Avena strigosa</i> Schreb.) .....	10
I. 2.2.3.2 Ervilhaca comum ( <i>Vicia sativa</i> L.) .....	11
I. 2.2.3.3 Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> L.) .....	11
I. 2.3 Resíduos vegetais .....	12
I. 2.4 Alelopatia.....	13
I. 2.5 Controle de espécies invasoras .....	16
I. 2.6 Banco de sementes do solo.....	17
I. 3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
I. 3.1 Caracterização da área experimental .....	19

I. 3.2	Instalação do experimento.....	19
I. 3.2.1	Distribuição dos tratamentos.....	20
I. 3.2.1	<i>Variáveis meteorológicas</i> .....	21
I. 3.3	Avaliações .....	23
I. 3.3.1	Incidência de plantas invasoras em cobertura vegetal .....	23
I. 3.3.2	Massa seca e fresca das coberturas vegetais.....	23
I. 3.3.3	Incidência de plantas invasoras na cultura da soja .....	24
I. 3.3.4	Banco de sementes do solo .....	24
I. 3.4	Delineamento experimental .....	25
I. 4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
I.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35
I. 6	CONCLUSÕES.....	36
I. 7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
	ANEXO I - CROQUI – Distribuição dos tratamentos.....	45
	Capítulo II - <u>E</u> mergência de plântulas, desenvolvimento de plantas e qualidade de sementes de soja sob cultivos de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro ...	46
	Resumo .....	46
	Abstract - <u>P</u> lants development and soybean seeds quality under black oats, common vetch and forage turnip cultures .....	47
II. 1	INTRODUÇÃO.....	48
II. 2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	49
II. 2.1	Cultura da soja .....	49
II. 2.1.1	Qualidade de semente .....	50
II. 2.1.2	Produtividade .....	51
II. 2.2	Manejo da cultura da soja.....	52
II. 2.2.1	Sistema plantio direto (SPD) .....	52
II. 2.2.2	Rotação de culturas .....	53
II. 2.2.3	Cobertura vegetal .....	54
II. 2.2.3.1	Aveia preta ( <i>Avena strigosa</i> Schreb.).....	56
II. 2.2.3.2	Ervilhaca comum ( <i>Vicia sativa</i> L.) .....	56
II. 2.2.3.3	Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> L.) .....	57
II. 2.2.4	Alelopatia .....	57
II. 2.2.5	Controle de plantas invasoras.....	60
II. 3	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
II. 3.1	Caracterização da área experimental .....	62

II. 3.2 Semeadura da soja.....	62
II. 3.3 Colheita da cultura.....	63
II. 3.4 Avaliações no campo.....	63
II. 3.4.1 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	63
II. 3.4.2 Velocidade de emergência (VE).....	64
II. 3.4.3 Altura de planta.....	64
II. 3.4.4 Produtividade.....	64
II. 3.5 Avaliações no laboratório.....	65
II. 3.5.1. Porcentagem de germinação.....	65
II. 3.5.2 Envelhecimento acelerado.....	65
II. 3.5.3 Pureza.....	65
II. 3.5.4 Massa de 100 sementes.....	66
II. 3.5.5 Teor de água.....	66
II. 3.6 Delineamento experimental.....	66
II. 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
II.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
II. 6 CONCLUSÕES.....	85
II. 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela I.1</b> Produção de massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de aveia preta, ervilhaca comum, nabo forrageiro e consórcio segundo diversos autores.....	12
<b>Tabela I.2</b> Produção de massa fresca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de aveia preta, ervilhaca comum, nabo forrageiro e consórcio segundo diversos autores.....	12
<b>Tabela I.3</b> Resultados da análise de solo da área em estudo.....	19
<b>Tabela I.1</b> Incidência de plantas invasoras (número de plantas $\text{m}^{-2}$ ) de folha larga (FL) e folha estreita (FE) em cobertura vegetal e testemunha, avaliadas aos 60, 90 e 100 dias após a semeadura. Catanduvas – PR, 2007.....	26
<b>Tabela I.2</b> Massa seca (MS) e fresca (MF) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e relação MS/MF de cobertura vegetal de aveia preta e consórcio aos 100 dias após emergência. Catanduvas – PR, 2007 .....	27
<b>Tabela I.3</b> Resumo da análise de variância do índice de plantas invasoras na cultura da soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	29
<b>Tabela I.4</b> Incidência de plantas invasoras (plantas $\text{m}^{-2}$ ) de folha larga e folha estreita na cultura da soja, cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha, avaliadas aos 60, 90 e 100 dias após a semeadura. Catanduvas – PR, 2007.....	30
<b>Tabela I.5</b> Resumo da análise de variância dos dados de incidência de plantas invasoras de folha larga no banco de sementes do solo (número médio de plantas por repetição) cultivado sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	32
<b>Tabela I.6</b> Incidência de plantas invasoras de folha larga no banco de sementes do solo cultivado sob coberturas vegetais e quantidades de palha, avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias após amostragem. Catanduvas – PR, 2008 .....	32
<b>Tabela II.1</b> Resumo da análise de variância dos dados de índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE) de plântulas de soja cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	67
<b>Tabela II.2</b> Índice de velocidade média de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE) de plântulas de soja cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha ....	67
<b>Tabela II.3</b> Resumo da análise de variância dos dados de altura de plantas de soja em três avaliações mensais (30, 60 e 90 dias) cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	69
<b>Tabela II.4</b> Alturas de plantas (m) de soja, em três avaliações mensais (30, 60 e 90 dias) cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	70
<b>Tabela II.5</b> Médias do desdobramento dos parâmetros quantidade de palha e cobertura para altura (m) de soja avaliada aos 60 dias após semeadura .....	71

<b>Tabela II.6</b> Resumo da análise de variância dos dados de produtividade de soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	72
<b>Tabela II.7</b> Médias do desdobramento dos dados de produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	72
<b>Tabela II.8</b> Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de germinação de sementes de soja colhida cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	74
<b>Tabela II.9</b> Porcentagens de germinação de plântulas normais, anormais e sementes mortas de soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	75
<b>Tabela II.10</b> Resumo da análise de variância determinada pelo teste de porcentagem de envelhecimento acelerado de sementes de soja colhida cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	76
<b>Tabela II.11</b> Vigor determinado pelo teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	77
<b>Tabela II.12</b> Médias do desdobramento de envelhecimento acelerado (%) de plântulas normais e sementes mortas de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	78
<b>Tabela II.13</b> Resumo da análise de variância dos dados de pureza de sementes de soja colhida cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	79
<b>Tabela II.14</b> Porcentagem de pureza das sementes de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	79
<b>Tabela II.15</b> Resumo da análise de variância dos dados de massa de 100 sementes de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha.....	80
<b>Tabela II.16</b> Médias do desdobramento de massa de 100 sementes (g) de soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	81
<b>Tabela II.17</b> Resumo da análise de variância dos dados de teor de água de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	82
<b>Tabela II.18</b> Teores de água (%) de sementes de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha .....	82



## LISTA DE FIGURAS

- Figura I. 1** Precipitação média (mm) na região do município de Catanduvás no período de jun/2007 a jun/2008 (Fonte: SIMEPAR). ..... 21
- Figura I.2** Temperaturas máxima e mínima (°C) na região do município de Catanduvás no período de jun/2007 a jun/2008 (Fonte: SIMEPAR). ..... 22
- Figura I.3** Umidade relativa do ar (%) na região do município de Catanduvás no período de jun/2007 a jun/2008 (Fonte: SIMEPAR). ..... 22

## Capítulo I

### **Variação da quantidade de resíduos de culturas de inverno usadas como cobertura vegetal sobre a incidência de plantas invasoras e banco de sementes do solo**

#### **Resumo**

A incidência de espécies invasoras está relacionada à adequação da cobertura vegetal, à cultura agrícola implantada e ao sistema de manejo de solo empregado. Por isso, o objetivo do presente trabalho foi analisar possíveis interferências relacionadas à quantidade de resíduos culturais produzidos pela aveia preta e também pelo consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro sobre a incidência de plantas invasoras e a cultura da soja durante um ano agrícola. O experimento foi conduzido em campo, demarcando-se parcelas de 5 m x 2 m e distribuindo-se sete tratamentos, ao acaso, com cinco repetições cada. A cobertura vegetal foi semeada em julho de 2007, a lanço, cortada aos 100 dias de desenvolvimento e depositados os resíduos culturais sobre as respectivas parcelas, na proporção de quantidade normal de palha produzida, a metade dessa e o dobro. Avaliaram-se os parâmetros: incidência de espécies invasoras na cobertura vegetal e na cultura da soja (ano 2007/2008), massa fresca e seca da cobertura vegetal e banco de sementes do solo. O delineamento experimental foi fatorial com dois fatores e testemunha e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Observa-se que, as maiores massas (fresca e seca) foram obtidas no consórcio das plantas de cobertura. A incidência de espécies invasoras não mostrou diferença estatística significativa sob os tratamentos estudados. O banco de sementes, assim como os demais parâmetros analisados também não mostraram diferenças estatísticas. Diante dos resultados, pode-se inferir que, as coberturas de inverno podem ser utilizadas na rotação de culturas com a soja. O consórcio apresentou resultados relativamente melhores que a aveia preta solteira em relação à redução no número de plantas invasoras, talvez pela maior produção de massa, a qual se podem relacionar fatores como alelopatia.

**Palavras-chave:** plantio direto; rotação de culturas; resíduos vegetais.

## **Chapter I**

### **Abstract**

#### **Variation on the Amount of Winter Cover Crops Residues Applied as Cover Crops on Weeds Incidence and Soil Seed Bank**

The weeds incidence is associated to the: cover plants suitability, established grown culture and applied soil management system. So, this study aimed at analyzing possible interferences associated to the amount of crop residues produced by the black oats and the consortium of black oats, common vetch and forage turnip on weeds incidence and soybean crop during an agricultural year. The experiment was carried out on field, in 5 m x 2 m plots, with seven randomized treatments and five replications each. The cover crop was sown in July, 2007, at throwing and cut at 100 days. The residues were put on each plot, according to the proportion of normal amount of straw produced, a half and its double. The following parameters were evaluated: weeds incidence on cover crop and on soybean crop (2207/2008), fresh and dry weights of cover crop and soil seed bank. It was a factorial experimental design with two factors plus one control and the averages were compared by the Tukey test at 5% level of significance. The heaviest weights (fresh and dry) were obtained from the cover crop consortium. The weeds incidence did not differ statistically in the studied treatments. The seed bank and the other analyzed parameters did not show statistical differences. According to the results, the winter cover crops can be used in crops rotation with soybean. The consortium showed better results when compared to the single black oats in relation to the weeds number reduction, maybe because of the heaviest weight production, which can be associated to factors such as allelopathy.

**Keywords:** no-tillage system, crop rotation, crop residues.

## I. 1 INTRODUÇÃO

O uso de cobertura vegetal reduz significativamente a intensidade de infestação por plantas invasoras e modifica também a composição da população infestante local. Dessa forma, utilizando-se plantas de cobertura adequadas às necessidades físicas, químicas e biológicas do solo, ao produtor e à região, pode-se reduzir ou até mesmo dispensar a utilização de herbicidas.

No sistema agrícola atual, com grandes avanços tecnológicos, é necessário o estabelecimento de novos paradigmas de controle de plantas invasoras que sejam, ao mesmo tempo, eficientes no controle dessas plantas, resguardem os interesses da sociedade e não contaminem os recursos naturais (SOUZA FILHO *et al.*, 2005).

Além disso, as plantas de cobertura podem melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, controlar doenças e pragas e incrementar nutrientes para a cultura em sucessão. Um outro efeito significativo dessas espécies é a alelopatia, ou seja, a liberação e adição de substâncias químicas ao sistema, que podem causar efeito benéfico ou prejudicial sobre outras espécies (RICE, 1974).

Esse efeito deve ser observado quando se insere uma cobertura vegetal, pois pode interferir tanto sobre plantas invasoras como cultivadas. A investigação de plantas com atividade alelopática representa alternativa à utilização intensiva de agrotóxicos em culturas, visando à diminuição da contaminação ambiental, o que, entretanto, ainda desperta pouca atenção.

A cobertura vegetal juntamente com a rotação de culturas, são premissas indispensáveis ao sistema plantio direto, amplamente utilizado na região oeste do Paraná e outras, e de fundamental importância para a exploração agrícola.

A soja destaca-se nesse sistema, pela quantidade de subprodutos desenvolvidos e consumidos mundialmente, sendo fonte de alimentação tanto humana quanto animal, e isso justifica a importância dos investimentos do país em pesquisa agrícola.

No sistema de rotação de culturas com a soja, sugere-se a inserção de espécies de cobertura vegetal, como a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), a ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), os quais possuem características que auxiliam no desenvolvimento e produtividade da cultura subsequente, e nas condições ambientais. Estas podem ser utilizadas tanto solteiras quanto consorciadas. E, além disso, possuem potencial alelopático já comprovado.

Segundo Skora Neto, Passini & Rodrigues (2006), quanto maior a quantidade de palha formada pelas plantas de cobertura, maior a quantidade de aleloquímicos liberada e maior será o efeito sobre a incidência de plantas invasoras.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar possíveis interferências relacionadas à quantidade de resíduos culturais produzidos pela aveia preta e também pelo consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro sobre a incidência de plantas invasoras, em plantas de cobertura e na cultura da soja, além do reflexo do uso de cobertura vegetal no banco de sementes do solo, considerando-se o efeito imediato de primeira safra.

## I. 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### I. 2.1 Cultura da soja

A soja [*Glycine max* L. (Merrill)] é uma planta herbácea, dicotiledônea pertencente à família *Fabaceae*. O caule é ramoso, com 80 a 150 cm de comprimento. As folhas são longopeciadas, com folíolos cordiformes. As flores reunidas em cachos curtos são axilares, sésseis, brancas, violáceas ou amarelas, conforme a variedade. As vagens têm de uma a cinco sementes. As sementes são lisas, ovóides, globosas ou elípticas (HICKS, 1978; BERGAMIN; CANCIAN; CASTRO, 1999). A espécie é nativa do sudoeste da Ásia e foi implantada no Brasil no início do século passado, voltada para a alimentação de animais (SEPROTEC, 2007).

Até a década de 40, sua importância econômica era insignificante no contexto agrícola nacional e devido ao pequeno volume produzido, não participava dos levantamentos estatísticos. A expansão da soja foi observada nas décadas de 70 e 80, com maior expressão nos estados tradicionalmente produtores da região Sul (TANAKA; MASCARENHAS, 1992).

A soja, atualmente, está entre os quatro grãos mais produzidos no mundo e o Brasil ocupa o segundo lugar deste ranking com o estado do Paraná como o segundo maior produtor brasileiro da cultura, cuja concentração é de 22,6% da produção nacional (SEPROTEC, 2007).

Para que se alcance sucesso na implantação de uma cultura, é fundamental o emprego de sementes de alta qualidade. No caso da soja, é indicada a utilização de sementes com vigor superior a 75% e evitada a utilização de lotes com vigor abaixo de 60% (EMBRAPA SOJA, 2005).

É importante ressaltar que os elementos climáticos, a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica são os que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja (FARIAS, NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Déficits hídricos significativos durante a floração e o enchimento de grãos podem provocar alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como consequência, causam a queda prematura de folhas e flores, além do abortamento de vagens, o que resulta na redução do rendimento dos grãos (EMBRAPA, 2008).

A soja movimenta um dos setores mais dinâmicos do agronegócio do Brasil e do mundo. A pesquisa em soja permitiu o seu cultivo desde o estado do Rio Grande do Sul até Roraima. Somente esse fato bastaria para justificar a importância dos investimentos

do País em pesquisa agrícola. O progresso tecnológico ocorrido nos últimos anos trouxe, além de grandes benefícios, também muitos problemas à qualidade de vida. Portanto, torna-se necessário medir também os impactos sociais e ambientais dessas novas tecnologias disponibilizadas, em busca de soluções alternativas (ROESSING, 2002).

### **I. 2.1.1 Emergência e desenvolvimento da soja**

O estabelecimento de estandes uniformes depende da emergência rápida e uniforme de plântulas sadias no campo, o que proporcionará a cobertura do solo mais rápida e, conseqüentemente, maior competitividade com as plantas invasoras (LIMA, 1996).

Um teste capaz de identificar diferenças significativas na velocidade de germinação entre lotes que possuem porcentagens de germinação semelhantes é o índice de velocidade emergência (IVE), o qual estima o número médio de plântulas normais emergidas por dia, de acordo com Nakagawa (1999). Quanto maior o valor de IVE obtido, maior a velocidade de germinação e, assim, maior o vigor do lote (MAGUIRE, 1962).

Conforme Nakagawa (1999), há relação direta entre a velocidade de emergência e o vigor de sementes, logo, sementes com emergência em menor período de tempo apresentam maior índice de vigor. Corroborando, Fleck *et al.* (2003) frisaram que plântulas com velocidade de emergência rápida e uniforme conseguem competir mais eficientemente pelos recursos do meio. Teoricamente, plântulas mais vigorosas teriam melhores condições para atingir maior porte de planta (FLORES *et al.*, 2002).

Logo após a semeadura da cultura podem-se observar os maiores fluxos de germinação das plantas invasoras, bem como os de densidade. A grande densidade de plantas emergidas antes, ou juntamente com a cultura, tem implicações muito importantes em termos de interferência, uma vez que impõem à cultura uma situação de restrição de recursos (CONSTANTIN; OLIVEIRA, 2005).

A cultura da soja apresenta maior IVE sob o sistema plantio direto e menor no sistema convencional. Existem ainda diferenças entre os valores de IVE, obtidos no campo e em laboratório, sendo que os dados observados em laboratório foram duas vezes maiores que aqueles verificados em campo (BORTOLOTTI, 2000). Isso se explica porque as condições de campo apresentam variações na composição do solo, bem como interferência por microrganismos, que geram resultados diferentes daqueles obtidos em laboratório (EINHELLIG, 1996).

O desenvolvimento da soja pode ser dividido em períodos, como semeadura/emergência, que é o número de dias decorrentes da semeadura até a emergência de pelo menos 50% das plântulas; vegetativo, correspondente ao período entre a semeadura e a floração; reprodutivo, da floração à maturação de colheita (R8); enchimento dos grãos, do início do enchimento dos grãos (R5) à maturidade fisiológica (R7); floração, o qual é compreendido desde o início ao final da floração (EMBRAPA, 2000).

## **I. 2.2 Manejo da cultura de soja**

### **I. 2.2.1 Plantio direto**

É o sistema de cultivo que predomina no Sul do Brasil e se constitui na implantação de culturas em solo não revolvido e protegido por cobertura morta, proveniente de restos de culturas e coberturas vegetais, em que a decomposição dos resíduos libera compostos orgânicos, os quais podem influenciar no desenvolvimento das plantas infestantes, além das culturas sequenciais (DINIZ, 2007). Segundo Christoffoleti *et al.* (2007), o sistema plantio direto é baseado na cobertura da superfície do solo com resíduos de plantas com o mínimo de distúrbio nas camadas superiores do solo.

Essa prática traz vantagens como a economia de insumos, a redução no trânsito de maquinário, maior conservação de umidade no solo, tolerância a períodos de estiagem, aproveitamento da água disponível pelas plantas, melhoria na porosidade do solo e redução do impacto ambiental gerado pelo revolvimento do solo, o que leva à maior probabilidade de obtenção de rendimentos mais elevados (EMBRAPA, 2004).

O sistema de plantio direto surgiu no Paraná, em 1972, onde a seleção de culturas, assim como sua sucessão, foi se adequando à região, baseado nos princípios de maximização de cobertura do solo, com a finalidade de controlar a erosão e minimizar as doenças, que se encontravam intensificadas pela utilização do sistema convencional de plantio (MOLIN, 2008).

De acordo com Scaléa (2007), esse sistema de plantio só será alcançado quando o produtor seguir adequadamente seus fundamentos que, resumidamente, são: abandonar, no momento certo, as operações de preparo do solo; escolher corretamente o herbicida, assim como a dosagem e aplicação; objetivar a obtenção de boa palhada para cobertura morta; realizar plantio eficiente e planejar suas atividades para efetuar boa rotação de culturas.



Esse sistema de manejo do solo depende fundamentalmente da rotação e da sucessão de culturas. Se não houver diversificação de espécies, não haverá cobertura do solo suficiente para a continuidade e o sucesso dessa prática. Em função da cultura econômica ou do sistema de produção preconizado para a região, será estabelecida a diversificação das espécies (SANTOS; REIS, 2003).

### **I. 2.2.2 Rotação de cultura**

Juntamente com o sistema plantio direto, recomenda-se a utilização da rotação de culturas, pois, durante muito tempo, a atividade agrícola apenas explorou os recursos naturais, com base em ciclos de culturas. Com o passar do tempo, começou-se um processo de resgate dos nutrientes que até então eram somente extraídos do solo, sem recuperação. A prática de rotação de culturas então surge como potencial para melhorar esse aspecto, pois consiste em alternar espécies em uma mesma área, visando à maior produtividade bem como a recuperação do solo (REZENDE *et al.*, 2003).

A rotação de culturas é a alternância regular e ordenada em determinada área, de diferentes espécies vegetais em sequência temporal (MEDEIROS; CALEGARI, 2006).

Segundo Santos & Reis (2003), a rotação de culturas tem efeitos importantes nas propriedades químicas do solo, reciclando os nutrientes através dos resíduos vegetais deixados na superfície. E isto ocorre, principalmente, com o emprego de leguminosas.

Tal prática permite também controlar espécies de plantas invasoras em determinadas culturas, que são, em geral, infestadas por plantas que possuem as mesmas exigências e os mesmos hábitos de crescimento (LORENZI, 2006). Conseqüentemente, a rotação de culturas deve ser empregada com o intuito de interromper o ciclo biológico das plantas invasoras mais comuns na cultura. Isso pode ser realizado com o emprego de espécies competitivas, de hábitos contrastantes e com adequadas técnicas de manejo (SANTOS; REIS, 2003).

Para que a capacidade produtiva do solo também seja aumentada, o processo de rotação deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas individualmente ou em consórcio (EMBRAPA, 2004).

O consórcio apresenta vantagens como fornecimento de fontes de alimento aos insetos, os quais assim, dificilmente tornam-se pragas, e também reforça a proteção contra as espécies invasoras. O consórcio aumenta a proteção do solo, pois o volume de

matéria seca é maior, além da decomposição das várias espécies e a liberação irregular e gradual de nutrientes que permanecem para a próxima cultura (EMBRAPA, 2004).

### **I. 2.2.3 Cobertura vegetal**

As espécies utilizadas como coberturas vegetais, além de proteger o solo entre as culturas comerciais, podem ser utilizadas também para rotação de culturas. A utilização de cobertura vegetal teve início na chamada agricultura alternativa, mas seus bons resultados a difundiram também para as grandes áreas agrícolas. Atualmente, a maioria dos produtores percebe que, mesmo sem produzir grãos, elas colaboram para o resultado das culturas comerciais. Pesquisas comprovam os efeitos positivos em culturas agrícolas submetidas à cobertura vegetal, principalmente onde é utilizada a técnica de plantio direto (EMBRAPA, 2004).

Plantas de cobertura são aquelas espécies utilizadas com o objetivo de produzir fitomassa, sendo os resíduos mantidos na superfície do solo para formação de cobertura morta. Seu objetivo, por meio de todos os seus efeitos, é o de aumentar a produtividade das culturas econômicas, sem, entretanto, aumentar os custos da produção (DINIZ, 2007).

Segundo Calegari (2006), normalmente, são plantas utilizadas em rotação, sucessão ou consorciadas em cultivos, com finalidade de proteção superficial, manutenção e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a fim de promoverem, conseqüentemente, o aumento do potencial produtivo do solo.

A cobertura do solo proporcionada pelos resíduos vegetais por determinado período é muito importante, pois esse manejo auxilia na prevenção à erosão, manutenção do conteúdo de matéria orgânica e a sustentabilidade das culturas, além da conservação do solo e economia de água (SANTOS; LHAMBY; WOBETO, 1998). Além disso, ocorre a reciclagem de nutrientes pelas plantas, possibilitada devido ao processo de mineralização dos resíduos que estão na superfície do solo, especialmente sob o sistema plantio direto. A reciclagem ocorre em função do sistema radicular profundo das plantas de cobertura que retiram os nutrientes de camadas subsuperficiais do solo, transformando-os em material orgânico, que podem, posteriormente, serem liberados na superfície, mineralizados e disponibilizados para o aproveitamento das lavouras cultivadas em sucessão (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Segundo Skora Neto, Passini & Rodrigues (2006), em sistema plantio direto, a infestação é normalmente menor do que em plantio convencional, quando se revolve o

solo. Conforme os autores, quanto maior a quantidade de palha formada pela cobertura morta, maior a quantidade liberada de aleloquímicos e maior o efeito sobre plantas invasoras.

Rezende *et al.* (2003) avaliaram os efeitos de algumas espécies de plantas utilizadas como cobertura vegetal de inverno e constataram que as gramíneas têm quase 2,5 vezes mais massa seca e verde do que as leguminosas. Também perceberam que a associação de espécies gramíneas e leguminosas aumenta a quantidade e a qualidade de massa seca formada. O consórcio tem como objetivo aperfeiçoar as ações benéficas das coberturas vegetais, segundo as propriedades de cada espécie.

A utilização dessas plantas na rotação de culturas tem contribuído para melhorar as qualidades do solo, tanto químicas, físicas e biológicas, além de diminuir a infestação de plantas invasoras, proporcionar maior armazenamento de água no perfil do solo e maior disponibilidade de nutrientes às culturas. Também contribui para aumentar a estabilidade da produção e a produtividade (CALEGARI, 2006).

Tejada *et al.* (2008), estudando o trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), a colza (*Brassica napus* L.) e a combinação dessas plantas, na busca pela restauração do solo através do uso de compostos de resíduos de plantas, concluíram que todos os resíduos de plantas possuem efeitos positivos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

#### 1. 2.2.3.1 Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.)

A aveia preta pertence à família *Poaceae* (Gramíneas), possui grande capacidade de perfilhamento, produção de massa verde e ainda melhora as condições físicas e químicas do solo. Tem importante papel no sistema de produção de grãos, tornando-se boa alternativa para o cultivo de inverno e em sistemas de rotação de culturas (AGROLINK, 2007).

De acordo com Embrapa (2004), a aveia preta apresenta boa quantidade de resíduos culturais, ajuda na agregação das partículas de solo e ainda destaca-se no controle de fungos e na boa relação carbono/nitrogênio.

É a única espécie, segundo Portas (2007), que pode ser usada em rotação de culturas sem restrições por parte da cultura antecessora e sem provocar problemas para a cultura seguinte. Ainda reduz a população de plantas invasoras em razão do seu efeito alelopático.

#### *1. 2.2.3.2 Ervilhaca comum (Vicia sativa L.)*

A ervilhaca comum é uma leguminosa (Família *Fabaceae*), de bom crescimento, recomendada para rotação de cultura, pois proporciona eficiente cobertura protetora nos solos agrícolas e ainda colabora na redução da adubação nitrogenada em virtude de sua elevada capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico, pelo desenvolvimento de bactérias em suas raízes, deixando-o disponível para a próxima cultura (SEPROTEC, 2007).

É recomendada para o cultivo em rotação de culturas, principalmente antecedendo ao milho, soja, arroz e sorgo (EMBRAPA, 2004). Proporciona adequada cobertura do solo, além de constituir-se em excelente forragem para animais (SANTOS, 2003).

#### *1. 2.2.3.3 Nabo forrageiro (Raphanus sativus L.)*

O nabo forrageiro pertence à família *Brassicaceae*, a qual apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. É uma planta muito vigorosa e, em 60 dias, pode cobrir aproximadamente 70% do solo. Seu florescimento ocorre aos 80 dias após a semeadura, atingindo sua plenitude aos 120 dias. Devido ao seu rápido crescimento, compete com as plantas invasoras, diminuindo os gastos com herbicidas ou capinas (PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007).

Possui sistema radicular pivotante, bastante profundo, podendo atingir mais de dois metros e atuar no sentido de descompactar e oxigenar o solo (EMBRAPA, 2004).

Possui grande quantidade de folhas com baixa relação carbono/nitrogênio, as quais se decompõem rapidamente, permanecendo sobre o terreno apenas os talos, que possuem relação C:N mais elevada (> 30:1). Sendo assim, recomenda-se a associação desta espécie com leguminosas (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000)

Podem ser empregados também no consórcio com aveia, centeio e ervilhaca, sendo recomendados, principalmente, como pré-culturas de algodão, feijão, milho e soja, em sistemas de rotação de culturas (SEPROTEC, 2007).

A produção de massa fresca e seca das espécies de plantas de cobertura pode variar de acordo com o local, ano de cultivo, densidade de semeadura, entre outros aspectos, conforme pode ser observado nas Tabelas I.1 e I.2.

**Tabela I.1** Produção de massa seca (kg ha<sup>-1</sup>) de aveia preta, ervilhaca comum, nabo forrageiro e consórcio, segundo autores

Pesquisadores	Espécies			
	Aveia Preta	Ervilhaca Comum	Nabo Forrageiro	Consórcio
Derpsch & Calegari (1992)	2000 a 6000	2000 a 5000	2000 a 6000	-
Gouveia & Almeida (1997)	2878	1808	1372	-
Barradas <i>et al</i> (2001)	5310	6310	-	-
Curcio <i>et al.</i> (2002)	4054	1878	8374	-
Aita & Gicomini (2003)	4390	2660	3720	-
Calegari (2006)	2000 a 11000	3000 a 5000	3000 a 9000	-
Silva <i>et al.</i> (2007 c)	3600	2900	5900	3600
Steiner (2007)	-	-	-	5184
Kubo <i>et al.</i> (2007)	8400	-	-	-
Vilela (2009)	8000 a 12000	-	-	-

**Tabela I.2** Produção de massa fresca (kg ha<sup>-1</sup>) de aveia preta, ervilhaca comum, nabo forrageiro e consórcio, segundo autores

Pesquisadores	Espécies			
	Aveia Preta	Ervilhaca Comum	Nabo Forrageiro	Consórcio
Derpsch & Calegari (1992)	30000 a 60000	20000 a 50000	25000 a 60000	-
Gouveia & Almeida (1997)	16360	11740	8713	-
Barradas <i>et al</i> (2001)	37740	45970	-	-
Calegari (2006)	15000 a 40000	20000 a 30000	20000 a 65000	-

### I. 2.3 Resíduos vegetais

As plantas de cobertura deixam resíduos vegetais no solo, expostos à decomposição. É um processo essencialmente biológico e sujeito à interferência de inúmeros fatores. Fatores como temperatura, pressão osmótica, tensão superficial, viscosidade, radiação, pH do solo, quantidade e qualidade dos nutrientes orgânicos disponíveis e a atividade da água apresentam influência marcante na população de organismos e microrganismos. A decomposição está inversamente relacionada ao teor de lignina e à relação C/N dos resíduos, ou seja, quanto maior a relação C/N, mais lenta se torna a decomposição dos resíduos e, ao final do processo vegetativo vai constituir os resíduos culturais (CALEGARI, 2006).

Os resíduos vegetais têm efeito nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Dentre esses efeitos, pode-se observar a modificação na população de plantas espontâneas ou invasoras. Os efeitos promovidos pelas coberturas sobre as plantas espontâneas são a barreira física, a competição por água, luz, oxigênio e nutrientes e também a ação alelopática (MEDEIROS; CALEGARI, 2006).

Segundo Heckler, Hernani & Pitol (1998), é importante que existam resíduos culturais sobre o solo para protegerem o solo contra o impacto direto da chuva, impedindo o transporte e o arrastamento de partículas a fim de minimizar a erosão. Também protege o solo da ação direta dos raios solares e do vento. Diminui a evaporação, aumentam a infiltração e o armazenamento de água no solo, como consequência, as temperaturas ficam mais amenas na superfície. Lenta e gradativamente, há um aumento da matéria orgânica, que é fonte de energia para os microrganismos, e que, aliada à mineralização, disponibiliza nutrientes às plantas, induzindo melhorias na produtividade, além de, pela sua presença, promover o controle de plantas invasoras.

De acordo com Medeiros (1990), as coberturas vegetais das culturas mais usadas em semeadura direta no Paraná liberam substâncias com potencial alelopático. Todos os extratos testados pelos autores apresentaram efeitos alelopáticos que se manifestaram pelo menos em algumas espécies, sobre as quais estimularam, retardaram ou inibiram a germinação das sementes.

#### ***1. 2.4 Alelopatia***

Entre os efeitos promovidos pela decomposição da matéria seca da cobertura vegetal destaca-se a alelopatia. A interferência entre plantas, nesse caso, ocorre por intermédio de substâncias elaboradas e liberadas no ambiente, seja através de tecidos vivos ou pela decomposição de tecidos mortos (LORENZI, 2006).

A alelopatia é a capacidade que as plantas têm de produzirem substâncias químicas que podem influenciar outras, favorável ou desfavoravelmente, quando liberadas no ambiente (RICE, 1977). A produção desses aleloquímicos pode ocorrer em todos os órgãos das plantas. Desta forma, a liberação dos aleloquímicos pode ser por volatilização, lixiviação dos órgãos vivos ou mortos e ainda, por exsudação pelas raízes (ALMEIDA, 1988). Os compostos alelopáticos afetam mais de uma função no organismo atingido, dentre os quais se podem mencionar: redução na absorção de nutrientes, alteração nos hormônios de crescimento, inibição da fotossíntese, alterações no processo respiratório, acelerando ou diminuindo a respiração, efeitos na síntese de proteínas, alterações na permeabilidade da membrana e inibição da atividade enzimática (MONTEIRO; VIEIRA, 2002).

Se uma planta pode reduzir o crescimento de plantas próximas, pela liberação de substâncias químicas no ambiente a partir de folhas, raízes e resíduos em decomposição, isto pode aumentar seu acesso à luz, à água e aos nutrientes e, assim, proporcionar meios para adaptação evolutiva. 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).

A capacidade das plantas quanto à produção de substâncias alelopáticas é diferente entre as espécies, da mesma forma que a sua suscetibilidade aos aleloquímicos liberados por outras plantas. Em função disso, algumas espécies são beneficiadas e outras prejudicadas, o que influencia a composição florística de determinado meio. A alelopatia pode ocorrer entre espécies de plantas cultivadas, entre plantas silvestres ou ambas (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000). Esses compostos podem atuar na agricultura como herbicidas, fungicidas, inseticidas, ou mesmo como bioestimulantes de crescimento e bioprotetores contra estresses ambientais, como o frio e o calor. A descoberta dessas substâncias é um grande avanço para síntese de novos herbicidas menos tóxicos e menos agressivos ao ambiente (MAIRESSE, 2006).

De acordo com Weih *et al.* (2008), ressalta-se a possibilidade de utilizar a atividade alelopática como alternativa ao uso de controle químico para supressão de plantas invasoras no agroecossistema. Essa descoberta vem de encontro à demanda da sociedade por ambientes livres de agrotóxicos e desenvolvimento de produtos mais naturais para consumo, e conseqüentemente, menor risco de toxicidade (ALVES, MULLER; SOUZA FILHO, 2002).

O efeito alelopático da cobertura vegetal depende também do tipo de resíduo vegetal que permanece no solo e das plantas infestantes que se desenvolvem. Sendo assim, para o controle das plantas infestantes, é importante que os resíduos apresentem aleloquímicos prejudiciais a elas e que os mesmos sejam liberados no solo em concentrações que inibam seu desenvolvimento (ALMEIDA, 1991).

Entretanto, o efeito das substâncias alelopáticas depende ainda do tipo de sistema de manejo considerado. No manejo plantio convencional, em que ocorre a incorporação de resíduos, as substâncias ficam diluídas nas camadas do solo, reduzindo assim os efeitos. No manejo plantio direto, os compostos aleloquímicos ficam concentrados na camada superficial, a qual se torna então mais pronunciada, porque os efeitos dependem da concentração dos aleloquímicos (ALMEIDA, 1991).

As substâncias alelopáticas podem agir direta ou indiretamente. Quando indireta, as alterações ocorrem na(s): propriedades do solo, suas condições nutricionais, variação de populações e atividade dos microrganismos. Quando direta, agem sobre as membranas do vegetal receptor e permitem tanto a ligação quanto a penetração dos compostos nas células, assim, podem interferir no seu metabolismo. Tais ações podem afetar as estruturas citológicas e ultra-estruturais; hormônios; membrana e sua permeabilidade; absorção de minerais; movimento dos estômatos; síntese de pigmentos e fotossíntese; respiração; síntese de proteínas; atividade enzimática; relações hídricas, condução e material genético (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Os compostos alelopáticos de algumas plantas têm sido considerados tóxicos aos insetos, microrganismos e às plantas invasoras há muitos anos e são estudados para utilização tanto na sua forma natural como modificada, reduzindo a dependência da agricultura a defensivos sintéticos (ALVES, MULLER; SOUZA FILHO, 2002). Existem substâncias secundárias produzidas pelas plantas que fornecem grande diversidade de estruturas químicas, as quais apresentam oportunidades para que se possam produzir novos defensivos, com base em produtos naturais. Sendo este estudo muito importante para controlar, por exemplo, espécies de plantas invasoras que manifestam resistência aos herbicidas já existentes no mercado (ALVES, MULLER; SOUZA FILHO, 2002).

Ao serem escolhidas as coberturas de inverno de modo criterioso, podem-se utilizar seus efeitos alelopáticos para reduzir a infestação de plantas invasoras nas culturas de primavera/verão, a ponto de diminuir o uso de agrotóxicos e aumentar a economicidade dessas explorações (ALMEIDA, 1991).

De acordo com Nóbrega *et al.* (2009), os consórcios das coberturas vegetais aveia preta, nabo forrageiro e ervilhaca e, de azevém e aveia preta isolados demonstraram possível efeito alelopático em experimentos laboratoriais, haja vista esses terem interferido na emergência de plântulas da cultura da soja. Além disso, o índice de velocidade de emergência, a porcentagem de emergência em areia e a massa fresca de hipocótilos também foram afetados negativamente pelas plantas de cobertura. Martins (2006) também analisou extratos das mesmas plantas de cobertura, solteiras e consorciadas e observou que houve interferência negativa tanto na germinação de sementes de soja como no crescimento das radículas, independente da concentração dos extratos, indicando possível efeito alelopático.



### ***I. 2.5 Controle de espécies invasoras***

O controle de plantas invasoras é importante para a obtenção de elevados rendimentos em qualquer exploração agrícola e tão antiga quanto a própria agricultura. Na busca por maiores produtividade e conservação do solo, além dos procedimentos adotados no manejo das culturas, tem-se o controle das plantas invasoras que estão em contínua disputa por água, luz e nutrientes, já que elas reduzem a produtividade e tornam maior o custo da produção, por interferirem também nas operações de colheita, misturarem suas sementes com as da cultura e, portanto, reduzirem a qualidade das mesmas (COSTA, 1996).

As plantas invasoras são vegetais que crescem onde não são desejadas, ou seja, elas são um grupo de plantas que cresce espontaneamente em todos os solos agrícolas e em outras áreas de interesse do homem. Essas plantas desenvolveram mecanismos para sua sobrevivência como: grande produção, facilidade de dispersão e grande longevidade das sementes, além de grande agressividade competitiva. Vários são os pontos de interferência das plantas invasoras como: pecuária, agricultura, saúde e vida humana. Entretanto, é na agricultura que causam os maiores transtornos e danos econômicos, pois reduzem a produção e a eficiência agrícola e aumentam os custos da produção. Contaminam os produtos colhidos; aumentam o teor de água dos grãos; hospedam, intermediariamente, agentes causadores de pragas e doenças que infectam as plantas cultivadas e assim reduzem seu valor comercial (LORENZI, 2006).

Pode-se dizer que quanto maior for o período de convivência das plantas cultivadas com as invasoras, maior será o grau de interferência, que dependerá de fatores como: comunidade infestante, composição específica, densidade e distribuição; a própria cultura, espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio; época e extensão da convivência entre ambas, que também podem ser alteradas pelas condições do solo, clima e manejo (SILVA *et al.*, 2007a).

Entretanto, a redução no número de plantas invasoras pode estar relacionada a diversos fatores, como a barreira física proporcionada pelos resíduos culturais sobre o solo, que também afetam a penetração da radiação solar (THEISE; VIDAL; FLECK, 2000) além de diminuir as amplitudes térmica e hídrica do solo (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000; FURLANI *et al.*, 2008). Associados aos fatores biológicos, como a microbiota do solo (COLOZZI FILHO; ANDRADE, 2006) e fatores químicos, como as substâncias alelopáticas que podem ser liberadas dos resíduos vegetais (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000; ALMEIDA, 1991).

O controle das plantas invasoras favorece o desenvolvimento da planta cultivada que melhor utiliza os recursos do meio e, conseqüentemente, gera menor interferência na produtividade econômica (SILVA *et al.*, 2007b). A redução das plantas invasoras em determinado cultivo deve ser realizada até o nível em que as perdas pela interferência sejam iguais ao incremento no custo do seu controle, ou seja, que as perdas não interfiram na produção econômica da cultura (SILVA *et al.*, 2007b).

Tokura & Nóbrega (2006), estudando coberturas vegetais de inverno: trigo, aveia preta, nabo forrageiro, colza e milho, além do pousio, perceberam que o desenvolvimento de plantas invasoras foi reduzido na presença espécies de cobertura.

Molfetta (2007), nas mesmas condições, encontrou influências negativas de *Salvia officinalis* L. e *Origanum vulgare* L. sobre a germinação e o desenvolvimento de plantas invasoras, porém encontrou, também, sobre as espécies cultivadas. Já no trabalho de Kubo *et al.* (2007), os autores observaram que o solo, devido à ausência de cobertura, apresentou maior processo erosivo, com conseqüente perda dos nutrientes. Corroborando, Correia; Durigan & Klink (2006) observaram que a utilização de cobertura sobre o solo diminuiu a incidência de plantas invasoras quando comparado ao pousio.

### **I. 2.6 Banco de sementes do solo**

O banco de sementes, segundo Almeida-Cortez (2004), pode ser definido como “estoque de sementes viáveis existentes no solo, desde a superfície até as camadas mais profundas, em uma área e em dado momento”. A entrada (dispersão) e saída (germinação ou morte) de sementes determinam o acúmulo do banco. Esse pode ser formado por sementes originárias de outros locais, chamadas alotóctmas e sementes das espécies do local, autóctmas. O banco de sementes é produto dos eventos bióticos e abióticos que ocorrem no ambiente e podem ocasionar nova dispersão ou movimentação das sementes às camadas mais profundas do solo. Predação, patógenos e envelhecimento natural também podem causar a redução da densidade desse banco (ALMEIDA-CORTEZ, 2004). O decréscimo varia em função da espécie, dormência, condições ambientais, presença de microrganismos e predadores, entretanto, a germinação das sementes é a principal forma de decréscimo (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

A necessidade de controle das plantas invasoras emergentes na agricultura ocorre em função da taxa de emergência das espécies presentes no banco de sementes

e deve ser estabelecida para cada sistema de manejo da cultura, como no sistema convencional ou plantio direto (VOLL *et al.*, 2003).

Os sistemas de cultivo alteram a riqueza e a composição dos bancos de sementes do solo em áreas agrícolas (FAVARETO; MEDEIROS, 2006). O tamanho e a composição do banco de sementes refletem o manejo adotado no controle de plantas invasoras na área. Uma redução nesse banco pode significar menor problema com plantas invasoras nas áreas agrícolas e, portanto, economia para os agricultores, especialmente com herbicidas, além de ambiente mais saudável, com menor utilização de produtos químicos (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

Fatores como restos vegetais, ou cobertura morta, podem esgotar as sementes no solo que, por estarem na superfície, sofrem interferência da decomposição dos vegetais que liberam compostos químicos (LACERDA, VICTORIA FILHO; MENDONÇA, 2005). Como principais meios de enriquecimento do banco de sementes, encontram-se a produção de novas sementes por plantas remanescentes após controle e a dispersão de sementes por meio de maquinários, animais, vento, água e o homem (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

Conhecer a distribuição, quantificação e composição populacional das sementes do solo é uma importante ferramenta no conhecimento da evolução das espécies (MARTINS; SILVA, 1994). O banco de sementes, em sistemas agrícolas, está relacionado ao estudo de plantas invasoras e ao conhecimento do seu tamanho e das espécies que o compõem, com o intuito de ser utilizado na previsão de infestações futuras, na construção de modelos de estabelecimentos populacionais, no tempo e, conseqüentemente, na definição de programas de manejo de solo e culturais, visando racionalizar a utilização de herbicidas (CHRISTOFFOLETI; CAETANO, 1998). Além disso, o banco de sementes em solos agrícolas garante futuras infestações de plantas invasoras, por longo tempo, mesmo quando o agricultor impede a entrada de novas sementes na área (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

Entretanto, apesar da importância, essa é uma área relativamente carente de informações básicas e que necessita de maiores pesquisas metodológicas, com interesse final de descobrir quais são e como agem os fatores ambientais que, quando manipulados, permitem germinação total ou nula das sementes presentes (MARTINS; SILVA, 1994). Assim, tornam-se importante o desenvolvimento e o aprimoramento de técnicas de controle de plantas invasoras, baseadas no banco de sementes do solo, para ter viabilidade econômica e que possam ser utilizadas em tecnologias emergentes, como a agricultura de precisão (VOLL *et al.*, 2003).

## I. 3 MATERIAL E MÉTODOS

### I. 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento em campo foi realizado no município de Catanduvas, na região Oeste do Paraná, com as coordenadas geográficas 25° 18' 16,0" S de latitude, 53° 11' 34,1" O de longitude e altitude média de 465 metros.

O preparo do solo, antecedendo à sementeira da cobertura vegetal, foi realizado com cultivo mínimo, ocorrendo uma gradagem com grade niveladora com 28 discos de 20 polegadas, a 10 cm de profundidade aproximadamente.

A aplicação de calcário foi feita conforme o resultado da análise química do solo. Entretanto, em função desses, não foi necessária aplicação de adubos (Tabela I.3).

**Tabela I.3** Resultados da análise de solo da área em estudo

Parâmetros							
P	K <sup>+</sup>	C	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	pH	Al <sup>3+</sup>
mg/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
20,02	1,12	29,22	8,73	1,67	5,76	5,20	0,00
Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto		Baixo

\* Análise feita pela empresa Soloanálise, de Cascavel, PR (Fonte de classificação: SILVA, 1999; OLEJNIK *et al.*, 1995).

A área utilizada para o experimento foi cultivada em sistema convencional, com sucessão de feijão/milho nos últimos cinco anos.

### I. 3.2 Instalação do experimento

A sementeira da cobertura vegetal de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro foi manual, a lanço e incorporada ao solo com grade niveladora, com aproximadamente 5 cm de profundidade, em julho de 2007. Esse retardo na sementeira se deveu às condições climáticas, as quais não permitiram a implantação das culturas em época adequada, levando ao atraso do ciclo. Isso pode ter acarretado em menor produção de massa. A aveia preta foi implantada na proporção de 70 kg ha<sup>-1</sup> e o consórcio na proporção de 42 kg ha<sup>-1</sup> de aveia preta, 21 kg ha<sup>-1</sup> de ervilhaca comum e 11kg ha<sup>-1</sup> de nabo forrageiro, seguindo as recomendações para região e conforme já adotado por Piccollo (2008). A área semeada para o experimento foi maior que a utilizada

para distribuição dos mesmos para dar suporte à necessidade de palha para formação dos tratamentos com quantidades maiores do que seria produzida.

As sementes de aveia preta e nabo forrageiro foram doadas pelas empresas Condor (Catanduvas – PR) e Tosoagro (Cascavel – PR), respectivamente. E as sementes de ervilhaca comum foram adquiridas na empresa Agrocampo (Três Barras – PR). Testes de porcentagens de germinação e pureza foram realizados com as espécies, em laboratório, anteriormente à semeadura. As sementes apresentaram porcentagem de germinação de 90, 84 e 75% e pureza de 100, 97 e 98% para aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro, respectivamente.

### **I. 3.2.1 Distribuição dos tratamentos**

No período de floração das plantas (aos 100 dias aproximadamente), a parte aérea das plantas foi cortada, com auxílio de uma foice, rente ao solo e os resíduos foram depositados sobre as respectivas parcelas, espalhados uniformemente sobre toda a parcela.

Sete tratamentos foram distribuídos aleatoriamente, com cinco repetições cada, nas áreas cultivadas com aveia preta e consórcio, formando três faixas com quantidade de palha (massa fresca) diferenciada. Dentro de cada faixa, foram distribuídas cinco repetições de cada tratamento, quantificando-se a massa fresca obtida (quantidade normal) para a aveia preta e o consórcio. A partir desse valor, formaram-se as quantidades metade e dobro, seguindo a descrição:

T1 – Pousio (sem cobertura) – 0 t ha<sup>-1</sup>

T2 – Aveia preta (quantidade de palha normal produzida) – 6,62 t ha<sup>-1</sup>

T3 – Aveia preta (metade da palha) – 3,31 t ha<sup>-1</sup>

T4 - Aveia preta (palha em dobro) – 13,21 t ha<sup>-1</sup>

T5 – Consórcio (quantidade de palha normal produzida) – 18,42 t ha<sup>-1</sup>

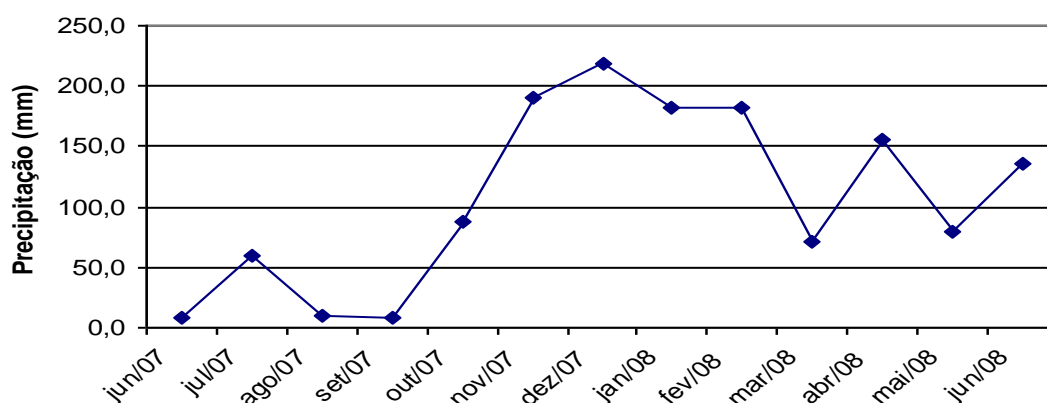
T6 – Consórcio (metade da palha) – 9,21 t ha<sup>-1</sup>

T7 – Consórcio (palha em dobro) – 36,84 t ha<sup>-1</sup>

Cada repetição constituiu uma parcela dentro de cada faixa. Foram demarcadas parcelas de 5 x 2 m, com 1 m de bordadura, totalizando 35 parcelas, como pode ser observado no Anexo I. A uniformidade da área permitiu a distribuição adotada.

### I. 3.2.1 Variáveis meteorológicas

Com os dados fornecidos pelo SIMEPAR (2008), foi possível a construção de gráficos de precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar. Na Figura I.1 são apresentados dados de precipitação média.



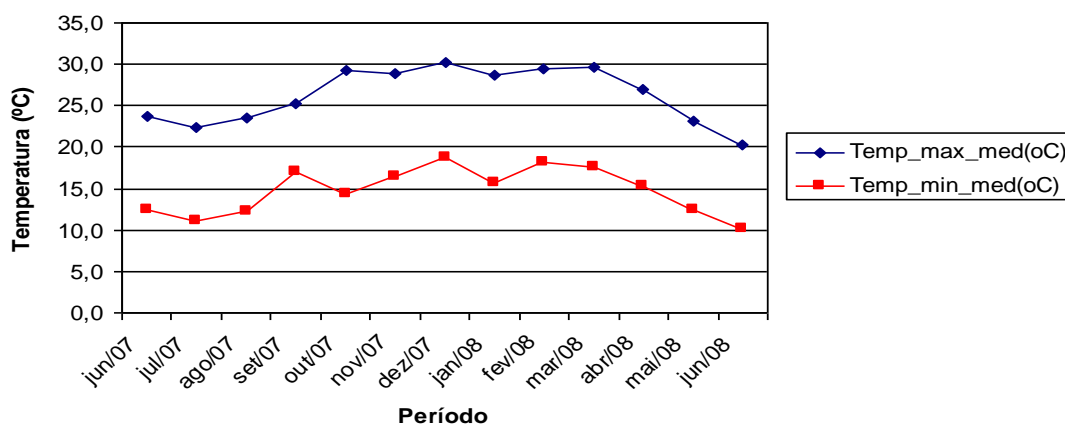
**Figura I. 1** Precipitação média (mm) na região do município de Catanduvas - PR no período de jun/2007 a jun/2008 (Fonte: SIMEPAR).

A precipitação foi superior a 200 mm no período de semeadura da soja (12/2007) que diminuiu durante o desenvolvimento da cultura (Figura I.1). Destaca-se também a diminuição no mês de março, cujos valores foram pouco superiores a 50 mm, com elevação no mês de abril, coincidindo com a colheita da cultura, que atingiram cerca de 150 mm. De acordo com Sant'anna Neto & Almeida (2009), o período de outubro a dezembro é o mais indicado para a semeadura da soja por ser propício às chuvas abundantes, pois modificações no regime pluviométrico podem comprometer a produtividade e a rentabilidade da soja.

A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm por ciclo, aproximadamente. Os períodos que precisam de maior quantidade de água são a emergência e a floração-enchimento dos grãos, decrescendo após esse período (EMBRAPA, 2008). De acordo com o mostrado na Figura I.1, a distribuição das chuvas foi adequada à necessidade da cultura, neste experimento, com exceção do aumento ocorrido no final do ciclo, que acarretou prejuízos na colheita.

Em estudos realizados por Farias, Nepomuceno & Neumaier (2007), os maiores rendimentos na cultura da soja foram obtidos quando ocorreu precipitação de 650 a 700 mm de água, bem distribuídos durante todo o ciclo da cultura; o que foi verificado neste experimento, porém, com excedente na época da colheita.

Na Figura I.2 são apresentados os dados referentes às médias mensais de temperaturas máxima e mínima.

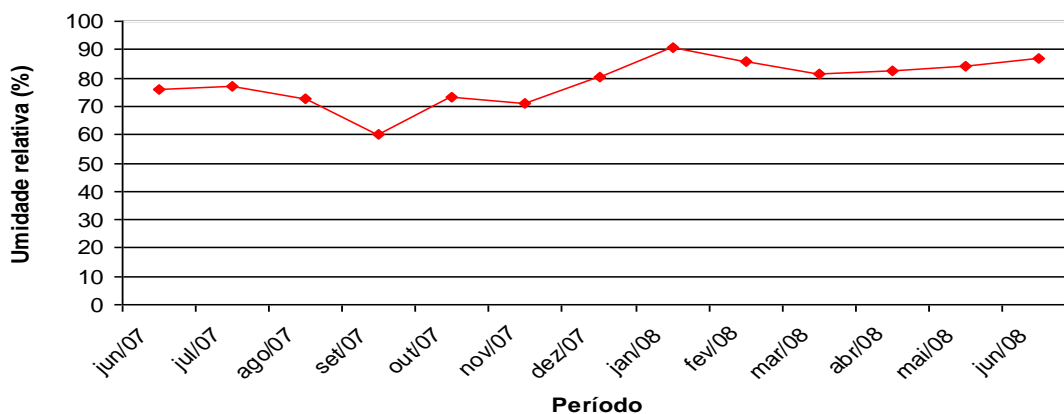


**Figura I.2** Temperaturas máxima e mínima (°C) na região do município de Catanduvas – PR no período de jun/2007 a jun/2008 (Fonte: SIMEPAR).

Observa-se que a temperatura média na região, desde o período de semeadura até a colheita da soja, variou entre 15 e 30 °C, dentro dos valores recomendados pela EMBRAPA (2008). Segundo a empresa, a soja se adapta melhor a temperaturas entre 20°C e 30 °C; sendo a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento em torno de 30 °C (Figura I.2).

Temperaturas inferiores a 15 °C podem retardar o desenvolvimento e superiores a 30 °C podem provocar estresse por excesso de transpiração. Além disso, a temperatura associada a outros fatores também pode induzir a alterações no desenvolvimento da cultura, bem como estabelecer condições para a incidência de pragas ou doenças (SANT'ANNA NETO; ALMEIDA, 2009).

Na Figura I.3 são apresentados os dados referentes à umidade relativa do ar.



**Figura I.3** Umidade relativa do ar (%) na região do município de Catanduvas no período de jun/2007 a jun/2008 (Fonte: SIMEPAR).

A umidade relativa do ar (Figura I.3), no período referente ao crescimento e desenvolvimento da cultura da soja (dezembro a abril), manteve-se acima de 70 %.

### **I. 3.3 Avaliações**

#### **I. 3.3.1 Incidência de plantas invasoras em cobertura vegetal**

Aos 60, 90 e 100 dias após a semeadura das plantas de cobertura, foi avaliada a incidência de plantas invasoras. O levantamento da incidência de plantas invasoras foi feito pelo lançamento de um quadro de metal de 0,50 m x 0,50 m na área, (totalizando 0,25 m<sup>2</sup>) e, contabilizando-se o número de plantas invasoras presentes dentro do quadro, separando-as em folhas largas e estreitas. Foram realizadas quatro repetições para cada faixa: aveia preta, consórcio e pousio. Os resultados foram expressos em número de plantas por metro quadrado.

#### **I. 3.3.2 Massa seca e fresca das coberturas vegetais**

O quadro de metal (0,50 x 0,50 m) foi lançado quatro vezes em cada faixa, anteriormente ao corte das coberturas (02 de novembro de 2007), para obtenção de amostras da parte aérea para quantificação da massa fresca e seca da palha da cada parcela (aveia preta e consórcio). O material vegetal dentro do quadro foi cortado rente ao solo e imediatamente pesado, obtendo-se a massa fresca. Depois embalado e levado ao laboratório para ser seco em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C até massa constante, por cerca de 48 h, para obtenção da massa seca. Os resultados foram expressos em t ha<sup>-1</sup>.

A relação massa seca/massa fresca (MS/MF) foi obtida a partir da divisão do valor médio de massa fresca da cobertura pelo valor médio da massa seca da mesma. Já a porcentagem de massa seca foi obtida pela relação massa seca/massa fresca,

$$X = \frac{MS}{MF} \cdot 100, \text{ também utilizada por Caceres \& Alcarde (1995).}$$



### **I. 3.3.3 Incidência de plantas invasoras na cultura da soja**

A incidência de plantas invasoras foi avaliada anteriormente à implantação da cultura (12 de janeiro de 2008), aos 30 dias após emergência (12 de fevereiro de 2008) e anteriormente à colheita (20 de abril de 2008). A avaliação foi realizada com auxílio de um quadro de metal de 0,50 m x 0,50 m (0,25 m<sup>2</sup>), seguindo a mesma metodologia descrita para incidência de plantas invasoras em cobertura vegetal.

### **I. 3.3.4 Banco de sementes do solo**

As amostras de solo cultivado sob os tratamentos (aveia preta, consórcio e pousio) foram coletadas para observação, em laboratório, do banco de sementes dessas áreas. A coleta ocorreu com auxílio de um trado, à profundidade de aproximadamente 20cm, logo após a colheita da cultura (20 de abril de 2008).

Foram retiradas cinco amostras simples de cada parcela, de cada tratamento, em configuração em “W” (MEDEIROS; STEINER, 2002). As amostras foram colocadas em um balde plástico e homogeneizadas para a formação de uma amostra composta por repetição, ou seja, 35 amostras.

Em seguida, foram embaladas, identificadas e levadas ao laboratório, deixadas em repouso por uma semana para ocorrer perda do excesso de água (LACERDA, VICTORIA FILHO; MENDONÇA, 2005).

A avaliação do banco de sementes foi segundo metodologia da germinação em bandeja (caixa gerbox), as quais ficaram sobre a bancada, em ambiente de laboratório, com irrigação diária, seguindo metodologia adaptada de Brown (1992). Foram realizadas contagens da emergência de plântulas, classificação das plântulas emersas em folhas largas e estreitas e retiradas das mesmas após esse processo. O procedimento foi realizado aos 30, 60, 90 e 120 dias após a coleta das amostras de solo (LACERDA, VICTORIA FILHO; MENDONÇA, 2005).

A fim de remover a possível dormência de sementes, após identificação e a retirada das plântulas, a cada intervalo, a irrigação foi interrompida até que o solo estivesse seco, para ser revolvido nas bandejas, sendo esse período de aproximadamente sete dias. Após esse período, a irrigação era reiniciada, constituindo-se novo ciclo de germinação (MEDEIROS; STEINER, 2002). O resultado foi expresso em número médio de plantas encontradas por repetição.

### ***I. 3.4 Delineamento experimental***

O delineamento experimental utilizado foi fatorial com dois fatores (cobertura e quantidade de palha) mais testemunha, com sete tratamentos e cinco repetições para cada tratamento, totalizando 35 ensaios. Exceto para incidência de plantas invasoras em cobertura vegetal e massa fresca e seca, por não possuírem dois fatores, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias realizada pelo teste de Tukey a 5% de significância e processados pelo programa ESTAT (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 1991). Os dados relativos à incidência de plantas invasoras em cobertura vegetal e soja e o banco de sementes do solo, por não apresentarem normalidade, foram transformados em  $\sqrt{x}$ , conforme Banzato & Kronka (2006).

A classificação dos valores do coeficiente de variação (CV) foi determinada de acordo com Gomes (2000), sendo esses considerados baixos até 10%, médios entre 10 e 20%, altos entre 20 e 30 % e muito altos acima de 30 %.

## I. 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela I.1 são apresentadas as médias da análise de variância para plantas invasoras de folha larga e folha estreita sob cobertura vegetal, em três avaliações mensais (60, 90 e 100 dias após semeadura).

**Tabela I.1** Incidência de plantas invasoras (número de plantas m<sup>-2</sup>) de folha larga (FL) e folha estreita (FE) em cobertura vegetal e testemunha, avaliadas aos 60, 90 e 100 dias após a semeadura. Catanduvás – PR, 2007

Tratamento	Dias após semeadura					
	60		90		100	
	F. L.	F. E.	F. L.	F. E.	F. L.	F. E.
Testemunha	72 a	5 a	103 a	11 a	154 a	39 a
Aveia	37 a	0 a	52 a	2 a	91 a	37 a
Consórcio	25 a	6 a	8 a	4 a	15 b	0 a
F	3,60 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	3,73 <sup>ns</sup>	3,58 <sup>ns</sup>	20,06 <sup>*</sup>	3,36 <sup>ns</sup>
Média geral (plantas m <sup>-2</sup> )	45	4	63	6	87	25
Coefficiente de variação (%)	39,1	91,0	40,2	58,5	22,4	79,3

ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 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  $\sqrt{x+0,5}$ .

Os valores de F foram significativos apenas para folha larga na terceira avaliação, aos 100 dias. Os coeficientes de variação, de acordo com Gomes (2000), mostraram dados com grande dispersão, estando todos acima de 30 %, com exceção para as plantas de folha larga, na avaliação aos 100 dias.

Verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para folha larga e folha estreita nas três avaliações (30, 60 e 90 dias), exceto na avaliação de folha larga aos 100 dias, em que se observa menor incidência de plantas invasoras quando cultivadas sob consórcio (Tabela I.1). Entretanto, ao se avaliar o número médio de plantas invasoras, percebe-se uma redução considerável sob cultivo de cobertura vegetal, sendo maior para consórcio.

Tokura & Nóbrega (2006), trabalhando também com coberturas vegetais, perceberam que as espécies invasoras foram reduzidas na presença das coberturas e que as que apresentaram, em ordem decrescente, melhor controle foram aveia preta, colza, nabo forrageiro e milheto. Também Moreira *et al.* (2003), ao estudarem as densidades populacionais da leguminosa feijão guandu, constataram diminuição na incidência de invasoras e que, quanto maior o adensamento, menor a infestação dessas plantas na área.

Molfetta (2007), em experimentos de laboratório, encontrou influências negativas das espécies *Salvia officinalis* L. e *Origanum vulgare* L. sobre a germinação e o desenvolvimento de plantas invasoras, entretanto, também sobre as espécies cultivadas. O autor concluiu que encontrar o equilíbrio entre a quantidade de tratamento e um crescimento agronomicamente aceitável do produto vegetal é a meta que deve ser exercida quando se trabalhar neste tipo de estudo.

O consórcio apresenta algumas vantagens em relação às espécies solteiras, como a competição contra as espécies invasoras. Além disso, aumenta a proteção do solo, pois o volume de matéria seca é maior, além da decomposição das várias espécies e a liberação irregular e gradual de nutrientes que permanecem para a próxima cultura (EMBRAPA, 2004).

Deve ser considerada também a adaptação das espécies escolhidas porque, de acordo com Agostinetto *et al.* (2000), a diferença observada no comportamento de espécies vegetais e conseqüentemente a produção de biomassa ocorrem possivelmente devido aos fatores climáticos, edáficos e ambientais que interferem no crescimento e na adaptação das espécies. Logo, as variações dos fatores em uma região podem ser favoráveis ao desenvolvimento de determinada espécie e inibir outra. Fato ocorrido neste estudo, em que a falta de chuva (Figura I.1), as altas temperaturas (Figura I.2) e a baixa umidade relativa do ar (Figura I.3) prejudicaram o desenvolvimento das plantas de cobertura e tudo isso pode ter influenciado fatores como competição com espécies invasoras ou até mesmo alelopatia.

Na Tabela I.2 encontra-se o resumo da análise de variância para massa fresca e seca de aveia preta e consórcio. Os valores de F foram significativos para massa fresca e seca. Os coeficientes de variação indicam homogeneidade dos dados de acordo com Gomes (2000).

**Tabela I.2** Massa seca (MS) e fresca (MF) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e relação MS/MF de cobertura vegetal de aveia preta e consórcio aos 100 dias após emergência. Catanduvas – PR, 2007

Tratamento	Massa fresca	Massa seca	MS/MF	% MS
Aveia preta	6623 b	1649 b	4:1	25
Consórcio	18411 a	2968 a	6:1	16
F	94,74 *	67,88 *	-	-
Média geral ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	12517	2308	-	-
Coefficiente de variação (%)	13,7	9,8	-	-

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Verifica-se que consórcio obteve maior quantidade de massa fresca e, conseqüentemente, maior massa seca quando comparado à aveia preta (Tabela I.2).

Diferente dos resultados encontrados por Silva *et al.* (2007 c) que, ao estudarem o rendimento de matéria seca de coberturas vegetais, não encontraram diferença na massa seca entre aveia preta e consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro. Ainda pode-se destacar que, no caso da aveia solteira, o rendimento de MS foi maior.

Já Rezende *et al.* (2003), ao avaliarem os efeitos de algumas espécies de plantas utilizadas como cobertura vegetal de inverno, constataram que a associação de espécies gramíneas e leguminosas aumentaram a quantidade e a qualidade de massa seca formada, o que se espera com este experimento.

Balbinot Junior, Backes & Tôrres (2004), observando a diferença na produção de massa entre plantas consorciadas e solteiras, concluíram que os consórcios entre aveia preta + ervilhaca e entre aveia preta + azevém + centeio + ervilhaca + nabo forrageiro apresentaram maior massa fresca e seca do que as espécies solteiras, concordando com os resultados obtidos neste experimento. Segundo os autores, esse resultado pode ser devido à maior eficiência na utilização dos recursos do meio, como água, luz e nutrientes, em função da ocupação de nichos diferentes entre espécies.

Rezende *et al.* (2003) concluíram que as gramíneas têm quase 2,5 vezes mais massa seca e verde do que as leguminosas, além disso, a associação de espécies gramíneas e leguminosas aumenta a quantidade e a qualidade de massa seca formada. Assim, o consórcio aperfeiçoa as ações benéficas das coberturas vegetais.

Aita & Giacomini (2003), avaliando espécies de cobertura, obtiveram 4.390 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca de aveia preta, sendo esse valor maior do que o obtido no presente trabalho. A menor quantidade de massa encontrada pode ser resultado da pouca quantidade de chuva ocorrida no período (agosto/setembro), conforme pode ser confirmado na Figura I.1, acrescido também da semeadura tardia das espécies.

Kubo *et al.* (2007) obtiveram valores menores para massa seca de aveia preta do que os encontrado neste experimento, em estudos com coberturas vegetais antecedendo a cultura da soja, 8,5 t ha<sup>-1</sup> de massa seca de aveia preta sem adição de adubação nitrogenada. A aplicação de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura da aveia preta resultou em acréscimo de 11,9%. Segundo os autores, a utilização do N favoreceu o desenvolvimento vegetativo da aveia preta e proporcionou maior número de perfilhos, resultando, conseqüentemente, em maior supressão das plantas invasoras.

No trabalho de Kubo *et al.* (2007) também se observou que o pousio (com menor cobertura do solo pelas plantas) apresentou maior processo erosivo, com conseqüente perda dos nutrientes, via escoamento superficial.

Silva *et al.* (2007 c) evidenciaram o grande potencial no uso de sistemas consorciados de gramíneas, leguminosas e/ou brassicáceas, em relação ao cultivo

isolado de aveia preta. Segundo os autores, o uso de aveia preta como cobertura de inverno causa imobilização de nitrogênio (N), já o consórcio dessa com leguminosas ou brassicáceas, além de aumentar a disponibilização de N, aumenta o tempo de permanência dos resíduos no solo. Por fim, vale ressaltar que, concordando com Scalea (2008), “produzir palhada não é despesa e sim investimento”.

Ao se analisar a porcentagem de matéria seca presente no tecido vegetal (% MS), observa-se que esse valor foi maior na aveia preta, com 25%, em relação ao consórcio, com 16%. Já na relação massa fresca/massa seca das coberturas vegetais, o consórcio apresentou maior relação que a aveia preta, 6/1 e 4/1, respectivamente (Tabela I.2).

Na Tabela I.3 é apresentado o resumo da análise de variância para plantas invasoras de soja, submetidas aos tratamentos de cobertura vegetal.

**Tabela I.3** Resumo da análise de variância do índice de plantas invasoras na cultura da soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Avaliações	Parâmetros	F	Média geral (plantas m <sup>2</sup> )	Coefficiente de variação (%)
AS F.L.	Testemunha versus fatores	1,79 <sup>ns</sup>	19	20,2
	Cobertura	31,91 <sup>*</sup>		
	Quantidade de palha	2,26 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,38 <sup>ns</sup>		
AS F.E.	Testemunha versus fatores	43,40 <sup>*</sup>	8	32,5
	Cobertura	0,14 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	1,89 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	0,25 <sup>ns</sup>		
30 Dias F.L.	Testemunha versus fatores	30,54 <sup>*</sup>	37	14,9
	Cobertura	0,11 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	25,74 <sup>*</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,52 <sup>ns</sup>		
30 Dias F.E.	Testemunha versus fatores	1,91 <sup>ns</sup>	6	64,8
	Cobertura	0,00 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	2,37 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,08 <sup>ns</sup>		
AC F.L.	Testemunha versus fatores	1,07 <sup>ns</sup>	19	20,2
	Cobertura	0,03 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	2,45 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	0,61 <sup>ns</sup>		
AC F.E.	Testemunha versus fatores	4,35 <sup>*</sup>	9	46,9
	Cobertura	3,97 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	1,15 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,09 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade; AS: anterior a semeadura da soja; AC: anterior a colheita da soja; F.L.: Folha larga; F.E.: Folha estreita.

Verifica-se que os valores de F foram significativos apenas para a testemunha versus fatores no período anterior à semeadura da soja para folha larga e folha estreita, e na avaliação anterior à colheita da soja, para folha estreita.

Para folha larga, aos 30 dias, F foi significativo apenas para testemunha e quantidade de palha. Na avaliação para folha estreita, aos 30 dias, e folha larga na

avaliação anterior à colheita da soja, os valores de F não foram significativos para os fatores analisados.

Os coeficientes de variação das avaliações anteriores à semeadura da soja, aos 30 dias e anteriores à colheita, todos para folha larga, indicaram dados com média de homogeneidade, segundo Gomes (2000), pois estão abaixo de 20%.

Já os coeficientes das mesmas avaliações para folha estreita foram acima de 30%, indicando maior dispersão dos dados (Tabela I.3).

Ao se observar a Tabela I.4, constata-se que, em função do tipo de cobertura, houve diferença significativa apenas para folha larga, na avaliação anterior à semeadura da soja, sendo maior a incidência de plantas invasoras para aveia preta. Já para folha estreita e as demais avaliações não apresentaram diferença estatística.

**Tabela I.4** Incidência de plantas invasoras (plantas m<sup>-2</sup>) de folha larga e folha estreita na cultura da soja, cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha, avaliadas aos 60, 90 e 100 dias após a semeadura. Catanduvas – PR, 2007

Tratamento	Antes da semeadura		30 Dias		Antes da colheita	
	FL	FE	FL	FE	FL	FE
Aveia preta	25 b	4 a	34 a	5 a	4 a	10 a
Consórcio	11 a	5 a	31 a	2 a	5 a	5 a
Quantidade de palha						
Normal	19 a	5 a	27 b	9 a	5 a	11 a
Metade	20 a	6 a	51 a	5 a	4 a	6 a
Dobro	15 a	3 a	20 b	2 a	4 a	6 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 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  $\sqrt{x+0,5}$ . FL: folha larga; FE: folha estreita.

Analisando-se a quantidade de palha de cobertura, verifica-se que apenas folha larga, na avaliação aos 30 dias, apresentou diferença significativa, sendo maior a incidência na chamada quantidade metade de palha. No entanto, não houve diferença para as quantidades normal e dobro. As demais avaliações, tanto para folha larga como folha estreita, não apresentaram diferença estatística. Entretanto, foi possível observar, visual e numericamente, redução no número de plantas invasoras, tanto para folha larga quanto para folha estreita, quando se aumentou a quantidade de palha sobre o solo, em todas as avaliações. Vale destacar também que, as coberturas, tanto de aveia preta quanto o consórcio, reduziram o número de plantas invasoras na área, mesmo este resultado não sendo expressivo estatisticamente. Corroborando assim com os resultados de Oliveira *et al.* (2001) que concluíram que, a cada tonelada de palha adicionada, observava-se redução no número de plantas invasoras incidentes, principalmente gramíneas.

Também Balbinot Junior *et al.* (2003), ao avaliarem duas quantidades de palha de ervilhaca comum e uma testemunha (sem cobertura) sobre a densidade de plantas invasoras na cultura do milho, verificaram que, quanto maior a quantidade de palha depositada menor foi a densidade de plantas invasoras, sendo mais relevante nas plantas não gramíneas, assim como ocorreu no presente experimento na cultura de soja.

Correia, Durigan & Klink (2006) observaram, em estudos com coberturas vegetais, que a utilização de cobertura sobre o solo diminuiu a incidência de plantas invasoras quando comparado ao pousio. E que, quantidades maiores de massa fresca ou seca depositadas sobre o solo diminuiriam consideravelmente o número dessas plantas.

Rizzardi & Silva (2003), em experimentos comparando os resíduos culturais de aveia preta e nabo forrageiro e período de controle de plantas invasoras, concluíram que a palha de aveia preta permaneceu por maior período no solo, em função da alta relação C/N que possui. O nabo forrageiro se decompõe mais rapidamente, porém, inibe a emergência das plantas invasoras nos períodos iniciais de desenvolvimento da cultura do milho.

Independente da espécie de plantas invasoras estudadas, existe uma tendência semelhante de comportamento em que a incidência diminui com o incremento dos resíduos culturais, tendendo à estabilização (MATEUS; CRUSCIOL & NEGRISOLI, 2004).

Theise, Vidal & Fleck (2000), ao estudarem o efeito de palha de aveia preta sobre *Brachiaria plantaginea*, concluíram que a redução da quantidade de plantas invasoras em solos com cobertura deve-se, possivelmente, à redução da quantidade e à modificação da qualidade da luz que atingem as sementes no solo.

Segundo Skora Neto, Passini & Rodrigues (2006), quanto maior a quantidade de palha formada pela cobertura morta, maior a quantidade de aleloquímicos liberados e maior será o efeito sobre a incidência de plantas invasoras.

Os resíduos culturais depositados sobre o solo podem atuar com seu efeito alelopático liberando substâncias no meio, as quais diminuem a germinação e o desenvolvimento das plantas invasoras da área (GOLDFARB; PIMENTEL; PIMENTEL, 2009).

O uso de plantas de cobertura com propriedades alelopáticas certamente não levará ao controle total das plantas invasoras nas culturas, tendo ação essencialmente inibidora, reduzindo ou afetando o desenvolvimento delas. Entretanto, ajudará a manter o equilíbrio ecológico, a fim de evitarem-se danos às culturas e ao ambiente (ALMEIDA, 1990).



Na Tabela I.5, está apresentado o resumo da análise de variância para os resultados obtidos da avaliação do banco de sementes do solo cultivado sob coberturas vegetais e quantidades de palha.

Os valores de F não foram significativos para as quatro avaliações do banco de sementes. Isto indica que a testemunha não diferiu dos tratamentos avaliados, ou seja, não houve interferência dos tratamentos com cobertura vegetal na incidência de plantas invasoras do banco de sementes do solo. Os coeficientes de variação encontrados revelam dados com alta dispersão e pouca homogeneidade e estão todos acima de 30% (GOMES, 2000).

**Tabela I.5** Resumo da análise de variância dos dados de incidência de plantas invasoras de folha larga no banco de sementes do solo (número médio de plantas por repetição) cultivado sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Avaliações (dias)	Parâmetros	F	Média geral	Coefficiente de variação (%)
30	Testemunha versus fatores	0,10 <sup>ns</sup>	1	56,9
	Cobertura	0,25 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	0,06 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,25 <sup>ns</sup>		
60	Testemunha versus fatores	1,42 <sup>ns</sup>	2	48,2
	Cobertura	1,04 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	0,90 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	0,70 <sup>ns</sup>		
90	Testemunha versus fatores	1,22 <sup>ns</sup>	1	41,8
	Cobertura	0,64 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	1,77 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,99 <sup>ns</sup>		
120	Testemunha versus fatores	0,21 <sup>ns</sup>	1	44,9
	Cobertura	0,88 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	2,00 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,99 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo

Na Tabela I.6 são apresentadas as médias referentes à incidência de plantas invasoras no banco de sementes do solo, em quatro avaliações mensais (30, 60, 90 e 120 dias após amostragem).

**Tabela I.6** Incidência de plantas invasoras de folha larga no banco de sementes do solo cultivado sob coberturas vegetais e quantidades de palha, avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias após amostragem. Catanduvas – PR, 2008

Tratamento		30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
Cobertura	Aveia preta	1 a	3 a	1 a	1 a
	Consórcio	1 a	1 a	1 a	0 a
Quantidade De palha	Normal	1 a	2 a	1 a	1 a
	Metade	2 a	1 a	0 a	0 a
	Dobro	1 a	3 a	1 a	1 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Observa-se que não houve diferença significativa para os fatores analisados (cobertura e quantidade de palha) nas quatro avaliações realizadas (30, 60, 90 e 120 dias). Isso se deve, possivelmente, à pequena quantidade de solo analisado, não sendo representativas as amostras coletadas e, além disso, deve-se considerar também a possibilidade de dormência das sementes. Sugere-se, para experimentos posteriores, a utilização de quantidades maiores de solo para avaliação do banco de sementes. É preciso também ressaltar a necessidade de avaliação das amostras, preferencialmente, em casa de vegetação, em que possam ser controlados o fotoperíodo e a temperatura para melhor germinação das espécies. Bem como considerar que os efeitos observados são referentes à primeira safra neste tipo de manejo, nas condições em que foi realizado o experimento.

De acordo com Medeiros (2000), o método mais direto para determinar a presença de sementes viáveis no solo é por meio da contagem de plântulas no campo, entretanto, a técnica mais adotada para estimar o banco de sementes no solo é a retirada de amostras de solo, com determinação posterior do número de sementes, que pode ser colocando o solo em ambiente favorável para a sua germinação, assim como foi feito neste experimento, ou por meio de métodos físicos de separação das partículas do solo, baseados em diferenças de tamanho e/ou densidade.

Para a obtenção de dados quantitativos confiáveis sobre o banco de sementes, um dos principais problemas encontrados é a extraordinária heterogeneidade na distribuição das sementes no solo, tanto horizontal como verticalmente, a qual pode levar a erros grosseiros nas avaliações (MEDEIROS, 2000).

Shiratsuchi, Fontes & Resende (2005) encontraram amostras no banco de semente do solo com elevado número de sementes por m<sup>2</sup>, e outras sem sementes, sendo esse resultado indicativo do comportamento espacial de alto grau de agregação das plantas invasoras, ocorrendo manchas de infestações. Após a análise estatística, os autores confirmaram o fenômeno pela confecção dos mapas da variabilidade espacial do banco de sementes das plantas invasoras.

De acordo com Almeida (1990), as substâncias alelopáticas presentes nas coberturas vegetais não afetam o banco de sementes do solo e podem ser consideradas passageiras, além de permitirem a regeneração da população infestante.

Contrários a essa opinião, Lacerda; Victoria Filho & Mendonça (2005) acreditam que o esgotamento das sementes pode ocorrer em função da decomposição dos restos vegetais sobre o solo, já que liberam compostos aleloquímicos que podem afetar as sementes no solo, juntamente com a predação pelos animais.

Também Severino & Christoffoleti (2001) concluíram que, a utilização de leguminosas como *Crotalaria juncea* e *Cajanus cajan* reduziram significativamente a infestação de plantas invasoras no banco de sementes do solo em sistemas agrícolas. E, que, o uso da adubação verde pode fazer parte do manejo de plantas invasoras.

Ikeda *et al.* (2007), estudando o banco de sementes em sistemas de cultivo lavoura-pastagem, observaram que, na presença de gramíneas forrageiras perenes, a densidade de sementes e o número de espécies de plantas invasoras foram menores em relação aos sistemas com culturas de lavoura.

Conhecer a correlação entre as sementes de plantas invasoras no banco do solo, o estabelecimento da respectiva flora emergente e o potencial de infestação é ferramenta importante para a previsão de infestações e, conseqüentemente, o desenvolvimento de programas mais eficientes para manejo das plantas invasoras nas culturas (MARTINS; SILVA, 1994; ISAAC; GUIMARÃES, 2008).

A emergência das espécies obtidas a partir de um banco de sementes em determinada cultura pode auxiliar na adequação de manejos do solo e da cultura e resultar na racionalização de herbicidas, podendo também ser apoiadas pelo uso de procedimentos da agricultura de precisão (VOLL *et al.*, 2005).

## I.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que, apesar do uso de cobertura vegetal não ter diferido significativamente no controle de plantas invasoras, é perceptível a diminuição na infestação dessas, principalmente sob o uso do consórcio de plantas, por esse apresentar maior produção de massa. A maior quantidade de massa fomenta o controle associado a um conjunto de fatores, como a barreira física que promove os compostos alelopáticos liberados pelos resíduos culturais, os fatores biológicos, entre muitos outros que, conseqüentemente, levarão à diminuição do uso de herbicidas.

Ao serem consideradas as quantidades de palha analisadas, indica-se o uso da quantidade normal (aveia preta - 6,62 t ha<sup>-1</sup>; consórcio - 18,42 t ha<sup>-1</sup>) ou o dobro (aveia preta - 13,21 t ha<sup>-1</sup>; consórcio - 36,84 t ha<sup>-1</sup>), os quais apresentaram os melhores resultados. Ademais, em condições de semeadura em períodos ideais, podem-se obter maiores valores de massa fresca e seca, o que ainda deve ser melhor estudado.

Ressalta-se ainda que, os resultados obtidos são referentes a apenas uma safra, e podem não ser suficientes para conclusões satisfatórias acerca do uso dessas espécies em relação ao controle de plantas invasoras. Embora com resultados positivos, seriam necessários alguns anos a mais de repetições do experimento para sua confirmação. O uso continuado das espécies pode levar à ampliação dos resultados em plantas invasoras e futuramente poderia ser observado um efeito expressivo.

Assim, o agricultor deve fazer rotação de culturas com espécies de cobertura durante várias safras e registrar os resultados e as condições para efeito de comparação. Entretanto, baseando-se na safra analisada, o uso do consórcio, ou mesmo da aveia preta solteira, pode ser designado para ser utilizado na rotação de culturas com a soja na região onde se realizou este estudo.

## I. 6 CONCLUSÕES

O consórcio entre as espécies aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro proporcionou maior quantidade de massa fresca e seca e deve ser recomendado para rotação com a cultura da soja.

A maior quantidade produzida de resíduos vegetais pode acarretar menor incidência de invasoras, o que permite a liberação de maior quantidade de aleloquímicos e auxilia no controle da infestação.

Quanto às quantidades de resíduos culturais, conclui-se que, quanto maior for a cobertura do solo, menor é a infestação de plantas invasoras. E quando há possibilidade de aumento da cobertura com adição de palha, a infestação diminui ainda mais.

Não foi possível a obtenção de resultados expressivos referentes ao banco de sementes do solo cultivado sob os tratamentos, pela baixa emergência de plântulas observada em todos os tratamentos, inclusive na testemunha.

Os tratamentos não interferiram no índice de velocidade de emergência nem na velocidade de emergência de plântulas de soja.

## I. 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D.; FERREIRA, F. B.; STOCH, G.; FERNANDES, F. F.; PINTO, J. J. O. Adaptação de espécies utilizadas para cobertura de solo no sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6, n.1, p. 47-52, 2000.

AGROLINK. **Cereais de inverno**. Disponível em [http://www.agrolink.com.br/cereaisdeinverno\\_inf\\_tec\\_index.asp](http://www.agrolink.com.br/cereaisdeinverno_inf_tec_index.asp). Acesso: 4 de julho de 2007.

ALMEIDA, F. S. A alelopatia e as plantas. Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, 1988 (**Circular Técnica 53**), 60 p.

ALMEIDA, F. S. A defesa das plantas. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 62, p. 38-45, 1990.

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, P. 221-236, 1991.

ALMEIDA-CORTEZ, J S. Dispersão e banco de sementes. Cap. 14. p. 225-236. *In*: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação, do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 323 p.

ALVES, S. M.; MULLER, A. H.; SOUZA FILHO, A. P. S. Alelopatia e a produção de biodefensivos agrícolas. Cap. 8. p. 205-260. *In*: SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**. Princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, 260p.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; FONSECA, J. A.; TÔRRES, A. N. L.; BAVARESCO, A. Palha de ervilhaca em cobertura morta do solo afeta a incidência de plantas daninhas e a produtividade do milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.2, p.42-49, 2003.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; BACKES, R. L.; TÔRRES, A. N. L. Desempenho de plantas invernais na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, p.38-42, 2004.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP. 4 ed., 2006, 237 p.

BARRADAS, C. A. A.; FREIRE, L. R.; ALMEIDA, D. L.; DE=POLLI, H. Comportamento de adubos verdes de inverno na região serrana fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1461-1468, 2001.

BERGAMIN, M.; CANCIAN, M. A. E.; CASTRO, P. R. C. Soja (*Glycine max* (L.) Merril. P. 73-89. *In*: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**: trigo, milho, soja, arroz, mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.

BORTOLINI, M. F.; FORTES, 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.

BORTOLOTTO, V. C. **Influência da compactação do solo em algumas propriedades físicas do solo e no desenvolvimento inicial de cultivares de soja sob dois sistemas de cultivo**. Cascavel-PR, 2000. 64 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992, 365 p.

BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.70, n. 8, p. 1603-1612, 1992.

CACERES, N. T.; ALCARDE, J. C. Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). **Revista STAB**, Piracicaba, v. 13, n. 5, p. 16-20, 1995.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. Cap. 5. p. 55-73. *In*: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200 p.

COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S. Organismos do solo e atividade microbiana no plantio direto. Cap. 4. p. 39-53. *In*: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200 p.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA, R. S.; Dessecação antecedendo a semeadura direta pode afetar a produtividade. *In*: POTAFOS. **Informações Agronômicas**. Piracicaba, n.109, 2005, 14 p.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CAVALIERI, S. D.; ARANTES, J. G. Z.; ALONSO, D. G.; ROSO, A. C. Estimativa do período que antecede a interferência de plantas daninhas na cultura da soja, var. Coodetec 202, por meio de testemunhas duplas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 231-237, 2007.

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: Editora UFLA, (Boletim Agropecuário, 51), 2002, 55 p.

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. A. **Cultura de soja**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996, 233 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAETANO, R. S. X. Soil seed banks. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55 (Número especial), p. 74-78, 1998.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; HIDLAGO, E.; SILVA, J. E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: Implications on weed biology and management. **Crop Protection**, Oxford, v. 26, n. 3, p.383-389, 2007.

CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; DEDECEK, R. A.; WESTPHALEN, D. J. Produtividade de massas radicular e aérea de diferentes coberturas verdes em plantio de

erva-mate sobre cambissolo textura argilosa, no município de Ivaí-Pr. **Comunicado Técnico 79**, Colombo, p. 1-5, 2002.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. Londrina: Iapar, (**Circular Técnica 73**). 1992. 80 p.

DINIZ, L. **Plantas de cobertura do solo no sistema de plantio direto**. Disponível em: [www.Rehagro.com.br/siterehagro/publicação.doc?noticia=1275](http://www.Rehagro.com.br/siterehagro/publicação.doc?noticia=1275). Acesso em: 12 junho de 2007.

DUCCA, F.; ZONETTI, P. C. Efeito alelopático do extrato aquoso de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) na germinação e desenvolvimento da soja (*Glycine max* L. Merrill). Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, Maringá, v.1, n.1, p.101- 109, 2008.

EDMOND, J. B.; DRAPALLA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 71, p. 428-443, 1958.

EMBRAPA SOJA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. CD-ROM.

EMBRAPA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja – Paraná 2005**. 1ª ed. Londrina: Embrapa soja, 2004, 239 p.

EMBRAPA SOJA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia da produção da soja. Paraná – 2006**. Londrina, 2005, 208 p.

EMBRAPA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja. Paraná 2004. Exigências climáticas**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/exigencias.htm>. Acesso em: 19 de agosto de 2008.

EINHELLIG, F. A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 886-893, 1996.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. **Circular Técnica 48**, Embrapa. ISSN 1516-7860. Londrina, PR, setembro, 2007.

FAVORETO, R.; MEDEIROS, R. B. Banco de sementes do solo em áreas agrícolas sob diferentes sistemas de manejo estabelecidas sobre campo natural. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas, v. 28, n. 2, p. 34-44, 2006.

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

FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000, 95 p.

FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; VIDAL, R. A.; MEROTO JÚNIOR, A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JÚNIOR, A. A. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.53-62, 2002.



FLORES, I. F.; PASSAMANI, S.; BONOW, R. N.; LEMOS, C. A. Tratamento de sementes com ácido giberélico e crescimento de plântulas de arroz (*Oryza sativa*, L). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 9, n. 1, p. 73-78. 2002.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA, R. P.; CORTEZ, J. W.; temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p. 375-380, 2008.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.3, n.1, p.23-28, 2009.

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

GOUVEIA, R. F. de; ALMEIDA, D. L. de. Avaliação de algumas características agrônômicas de sete adubos verdes de inverno no Município de Paty do Alferes, RJ. **Revista da Universidade Rural**, Série Ciência da Vida, Itaguaí, v. 19, p. 1-11, 1997.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C.; PITOL, C. Palha. Cap. 3. p. 38-49. *In*: SALTON, J. C. **Sistema plantio direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa – SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998, 248 p.

HICKS, D. R. Growth and development. Cap. 2. p. 17-41. *In*: NORMAN, A. G. **Soybean, physiology, agronomy, and utilization**. Academic Press, London, 1978. 249 p.

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1545-1551, nov. 2007.

ISAAC, R. A.; GUIMARÃES, S. C. Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 521-530, 2008.

KUBO, C. T.; MATA, J. D. V.; SILVA, M. A. G. S.; SENGIK, E.; MUNIZ, A. S.; NEIRO, E. S. Produtividade de soja em plantio direto em sucessão ao trigo, aveia branca, aveia preta com e sem adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 235-240, 2007.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R.; MENDONÇA, C. G. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p. 1-7, 2005.

LIMA, R. M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agrônômicos. **Anuário ABRASEM**, Brasília, p.39-43, 1996.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA. 3. ed. Nova Odessa – SP, 1982, 220 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa: Plantarum, 2006, 383 p.

MACIEL, C. D. G.; CORRÊA, M. R.; ALVES, E.; NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F. Influencia do manejo da palhada de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max*) e amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.3, p. 365-373, 2003.

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

MAIRESSE, L. A. S. **Biotestes de laboratório visando aproveitamento da biodiversidade vegetal na agricultura**. Disponível em: [www.proterra.org.br/artigoscientificos.php](http://www.proterra.org.br/artigoscientificos.php). Acesso em: 10 de fevereiro de 2006.

MARCOS FILHO, J.; Teste de envelhecimento acelerado. Cap. 3. p. 1-24. *In*: KRZYZANOWSKI, E. F. C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, 1999, 218 p.

MARTINS, C. C.; SILVA, W. R. Estudo do banco de sementes do solo. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.4, n. 1, p. 49-56, 1994.

MARTINS, G. I. **Potencial alelopático de plantas de cobertura na germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja**, 2006, 42f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

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

MEDEIROS, A. R. M. de. Alelopatia – Importância e aplicações. **Horticultura Sul**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 27-32. 1990.

MEDEIROS, R. B. Bancos de sementes no solo e dinâmica vegetacional. *In*: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 18. **Anais...** Guarapuava: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, p.62-87, 2000.

MEDEIROS, R. B.; STEINER, J. J. Influência de sistemas de rotação de sementes de gramíneas forrageiras temperadas na composição do banco de sementes invasoras no solo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p. 118-128, 2002.

MEDEIROS, G. B. de; CALEGARI, A. Rotação de culturas. Cap. 9. p. 135-142. *In*: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200 p.

MOLFETA, I. **Il controllo delle infestanti in *Ocimum basilicum* L. e *Raphanus sativus* L.: risultati di una prova condotta con l'impiego di scarti di lavorazione di *Salvia officinalis* L. e *Origanum vulgare* L.** Tesi di Laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie. Università di Pisa. Facoltà di Agrária, 2007, 77 p.

MOLIN, R. **Sistemas de produção em plantio direto**. Explorando alternativas econômicas rentáveis para o inverno. Castro: Fundação ABC, 2008. 104 p.

MONQUERO, P. A. M.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.2, p. 203-209, 2005.

MONQUERO, P. A. M.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.2, p. 203-209, 2005.

MONTEIRO, C. A.; VIEIRA, E. L. Substâncias alelopáticas. Cap. VII. *In*: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A. de; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002, 255 p.

MOREIRA, V. F.; PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; GUEDES, R. E.; COSTA, J. R. Produção de biomassa de Guandu em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio. **Comunicado Técnico 57**. ISSN 1517-8862, Seropédica/RJ, p.1-5, outubro, 2003.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. cap 2. *In*: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; NETO, J. B. F. (Ed) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, 1999, 246 p.

NÓBREGA, L. H. P.; PICCOLO DE LIMA, G.; 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.

OLEYNIK, J.; BRAGAGNOLO, N.; BUBLITZ, U.; SILVA, J. C. C. **Tabela para transformação de resultados analíticos e interpretação de resultados**. Curitiba, 1995, 3ª edição.

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

PICCOLO, G. **Manejo de coberturas vegetais na cultura da soja**. 2008, 63f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, PR.

PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Nabo forrageiro – AL1000 - Adubação verde para inverno**. Disponível em <http://www.cati.sp.gov.br/novacati/tecnologias/catiresponde/cr25naboforr.html>. Acesso em: 4 de julho de 2007.

PORTAS, A. A. **Aveia preta – boa para agricultura e para pecuária**. Disponível em: [www.cati.sp.gov/novacati/imprensa/artigos/aveia\\_preta.htm](http://www.cati.sp.gov/novacati/imprensa/artigos/aveia_preta.htm). Acesso em: 25 de junho de 2007.

REZENDE, C. P.; CARDOSO PINTO, J.; EVANGELHISTA, 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.

RICE, E. L. Some roles of allelopathic compounds in plant communities. **Biochemical systematic and ecology**, Pergamon Press. Printed in England, v. 5, p. 201-206 1977.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. F. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n. 4, p. 669-675, 2006.

ROESSING, A. C. **Avaliação dos impactos econômicos e sociais da pesquisa da Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2002, 67 p.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ALMEIDA, I. R. **A variabilidade das chuvas e a expansão da cultura da soja no Brasil: cenários possíveis sob a hipótese das mudanças climáticas**. Disponível em: <http://www4.fct.unesp.br/docentes/geo/joaolima/soja%20e%20clima.pdf>. Acesso em: 30 de janeiro de 2009.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M. Rotação de culturas. Cap 1. p. 13-132. *In*: SANTOS, H. P.; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. 2 ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003, 212 p.

SANTOS, H. P., LHAMBY, J. C. B., WOBETO, C. Efeito de culturas de inverno em plantio direto sobre a soja cultivada em rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p. 289-295, 1998.

SCALÉA, M. **Plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2007. 112 p.

SCALÉA, M. Plantio direto na recuperação de áreas degradadas. **DBO Agroecologia**, São Paulo, v. 5, n. 15, p. 8-9, 2008.

SKORA NETO, F.; PASSINI, T.; RODRIGUES, B. N. Manejo de plantas daninhas. Cap. 10. p. 143-156. *In*: **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200 p.

SEPROTEC. **Plantas de cobertura do solo**. Disponível em [http://www.seprotec.com.br/produtos\\_solo.asp](http://www.seprotec.com.br/produtos_solo.asp). Acesso em: 04 de julho de 2007.

SEVERINO, F. J. CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 201-204, 2001.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A.; RESENDE, A. V. Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com a fertilidade dos solos. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 429-436, 2005.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** // EMBRAPA solos. BRASÍLIA-EMBRAPA, 1999.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de plantas daninhas. Cap. 1. p. 17-61. *In*: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007, 366 p. (a)

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. Cap. 2. p. 63-82. *In*: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007, 366 p. (b)

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. (c)

STEINER, F. **Alterações dos atributos químicos do solo e da produtividade do milho em diferentes sistemas de produção**. 2007, 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

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

TANAKA, T. T.; MASCARENHAS, H. A. A. **Soja: Nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1992, 60 p.

TEJADA, M.; GONZALES, J. L.; MARTÍNEZ, G.; PARRADO, J. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, Elsevier, n. 99, p. 1758-1767, 2008.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.

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.

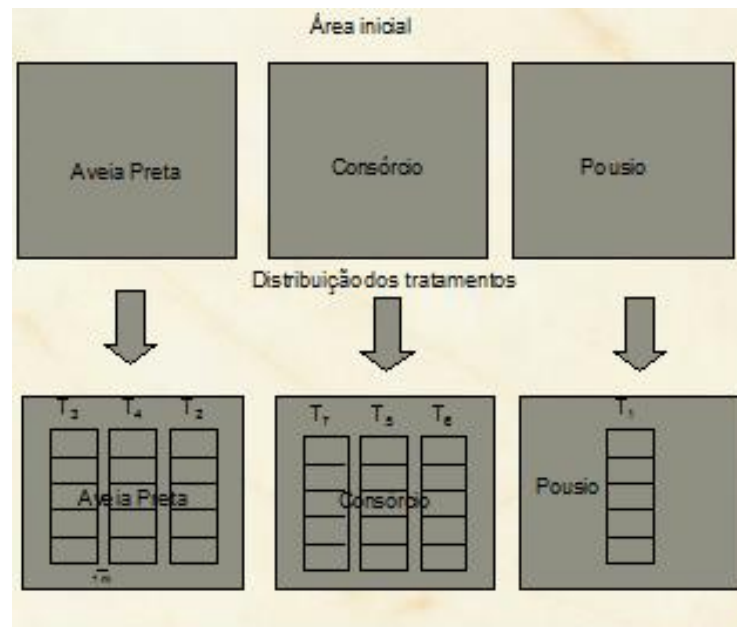
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Sistema para análises estatísticas. ESTAT**. V. 2.0. Jaboticabal: UNESP, 1991.

WEIH A., U. M. E. DIDON A, A.C. RÖNNBERG-WÄSTLJUNG B, C. BJÖRKMAN. M. Integrated agricultural research and crop breeding: Allelopathyc weed control in cereals and long-term productivity in perennial biomass crops. **Agricultural Systems**, v. 97, n. 3, p. 99–107, 2008.

VILELA, H. **Série gramíneas tropicais - Gênero Avena (*Avena strigosa* - Aveia preta)**. Disponível em:  
[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_gramineas\\_tropicais\\_avena.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_avena.htm). Acesso em: 24 de março de 2009.

VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. C. N. Amostragem do banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.2, p. 211-218, fev. 2003.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F. S.; GAUDÊNCIO, C. A.; VOLL, C. E. **A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo**. Londrina: Embrapa Soja, documento 260, ISSN 1516-781X, 2005, 85 p.

**ANEXO I - CROQUI – Distribuição dos tratamentos**

## Capítulo II

### **Emergência de plântulas, desenvolvimento de plantas e qualidade de sementes de soja sob cultivos com variáveis quantidades de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro**

#### **Resumo**

O sucesso na implantação de uma cultura consiste também em adequar a cobertura vegetal ao sistema agrícola, pois essa pode influenciar no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade da semente. Assim, este trabalho verificou possíveis interferências relacionadas às quantidades normal, metade e dobro de resíduos culturais produzidos pela aveia preta, e também pelo consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro, sobre a emergência de plântulas, desenvolvimento de planta, produtividade e qualidade das sementes colhidas. Parte do experimento foi conduzida em campo, com avaliações da emergência, altura de plantas e produtividade de soja, variedade CD 202. Em laboratório, foram realizadas as análises relacionadas à qualidade de semente: germinação, envelhecimento acelerado, pureza, massa de 100 sementes e teor de água. O delineamento experimental foi fatorial com dois fatores mais uma testemunha, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, totalizando sete tratamentos, com cinco repetições cada. De maneira geral, os tratamentos (quantidade de palha e tipo de cobertura) não influenciaram a emergência nem a altura de plantas, mas aumentaram a produtividade da soja. Quanto à qualidade de sementes colhidas, observou-se que os tratamentos não interferiram na porcentagem de germinação nem no teor de água, entretanto, a porcentagem de plântulas normais diminuiu quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. A pureza das sementes foi menor quando submetida ao cultivo com aveia preta, o que diferiu da testemunha apenas para sementes puras. A massa de 100 sementes foi alterada pelos tratamentos com maior massa no cultivo sob aveia preta. Assim, conclui-se que essas espécies podem ser indicadas como alternativa para cobertura de inverno em sistema de rotação na cultura da soja.

**Palavras-chave:** produtividade, rotação de culturas, plantio direto

**Abstract****Seedling emergence, plants development and soybean seeds quality under different amounts of black oats, common vetch and forage turnip cultures**

Adjusting the cover crop to the agricultural system is essential to reach success during a crop introduction, since this management can influence on development, productivity and produced seeds quality. So, this trial aimed at determining possible interferences associated to the traditional, half and double amounts of crop wastes produced by single black oats as well as the consortium of black oat, common vetch and forage turnip on seedling emergence, plants development, productivity and quality of harvested soybean seeds. Part of the experiment was carried out on field to evaluate emergence, plants heights and soybean productivity on cultivar CD 202. At the laboratory, the seed quality was determined according to germination, accelerated aging, purity, weight of 100 seeds and water content. It was a factorial experimental design with two factors plus a control. The averages were compared by the Tukey test at 5% level of significance, totaling seven treatments with five replications each. In general, the treatments (straw amount and kind of cover crop) did not influence on emergence or on plants heights and increased the soybean productivity. Concerning the quality of harvested seeds, it was observed that the treatments did not interfere on germination percentage or water content, however, the normal seedling percentage decreased when under the accelerated aging test. The seeds purity was inferior when under black oats crop, although it differed from the control only for pure seeds. The weight of 100 seeds was changed by the treatments, with heavier weight on black oats. It is, therefore, concluded that these species can be good alternatives to winter cover crops in soybean under rotation system.

**Keywords:** no-tillage system, productivity, rotation crops.



## II. 1 INTRODUÇÃO

A agricultura deve basear-se em conhecimentos científicos que permitam a exploração racional dos recursos disponíveis e a preservação do meio, considerando tanto os aspectos sociais, econômicos quanto ambientais.

O entendimento das interações que ocorrem entre as espécies cultivadas e outras espécies presentes nos sistemas agrícolas é de fundamental importância para maximizar a produção das culturas comerciais.

Existem muitas espécies, dentre elas as utilizadas como cobertura vegetal, que liberam compostos secundários que interferem, positiva ou negativamente, na comunidade de plantas, e, esse fenômeno chama-se alelopatia (RICE, 1974). A interferência pode, e deve, ser usada na agricultura a fim de trazer benefícios ao produtor e ao ambiente e reduzir o uso de agrotóxicos.

De acordo com a Embrapa (2005), a obtenção de máxima eficiência no sistema agrícola e as melhorias na capacidade produtiva do solo requerem, acima de tudo, o planejamento das culturas a serem implantadas, considerando plantas com grandes quantidades de produção de biomassa e destinadas à cobertura do solo, cultivadas em condição solteira ou em consórcio e também com culturas comerciais.

A cobertura do solo é um fator indispensável para o sucesso do sistema plantio direto. No entanto, o sistema de rotação de cultura deve ser ordenado de maneira a deixar os solos cobertos o maior espaço de tempo possível, sempre considerando a quantidade e a qualidade dos restos de culturas para que não haja interferência no desenvolvimento da cultura sucessora.

Além disso, faz-se necessária também a produção de sementes de alta qualidade, a qual deve ser monitorada em todas as etapas, para que o agricultor possa utilizá-las adequadamente no campo, obtendo estande adequado.

Segundo Nedel (2003), a qualidade da semente pode ser influenciada pelas condições ambientais que se verificam antes ou após a maturação fisiológica da cultura. Caso as sementes sejam expostas a condições inadequadas antes de atingir a maturação fisiológica, podem ocorrer limitações na massa, viabilidade e vigor.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar possíveis interferências relacionadas à quantidade de resíduos culturais produzidos pela aveia preta e também pelo consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro sobre emergência de plântulas, altura de plantas e produtividade de soja, além da qualidade das sementes colhidas.

## II. 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### II. 2.1 Cultura da soja

A partir da origem da soja (*Glycine max* L. Merrill) no Norte da China, essa se expandiu lentamente para o Sul da China, Coréia, Japão e Sudeste da Ásia. Nos Estados Unidos, a primeira referência à soja foi em 1804 e a partir daí iniciaram-se os experimentos com a cultura no País. No Brasil, a soja foi introduzida na Bahia, posteriormente expandiu-se para São Paulo, Rio Grande do Sul, e assim atingiu todo o país. No início, era utilizada para alimentação de suínos, e também como adubação verde. Atualmente, a soja é cultivada em todo o território nacional, sendo considerada o principal produto agrícola brasileiro (SCHUSTER, 2009).

A soja está entre os quatro grãos mais produzidos no mundo, sendo o Brasil o segundo produtor, com 23,6 %, atrás apenas dos Estados Unidos, que produzem 39,6%. O Estado do Paraná é o segundo maior produtor brasileiro da cultura, concentrando 22,6% da produção nacional (SEPROTEC, 2007).

Como lavoura comercial, a soja só chegou ao Paraná em meados dos anos 50. Até então, sua produção era irrisória, e as poucas e pequenas lavouras existentes na região destinavam-se ao consumo doméstico, como alimentação de suínos. As pesquisas com a cultura, no Paraná, iniciaram em meados dos anos 60, por meio da Secretaria de Agricultura do Estado, Instituto de Pesquisas e Ministério da Agricultura (IPEAS/DNPEA), com ênfase na avaliação de cultivares introduzidas, principalmente do Sul dos EUA (EMBRAPA, 2008).

Entretanto, até 1970, a maior preocupação dessas pesquisas com soja era com a produtividade. Com menor ênfase, registravam-se também a altura adequada de planta para a colheita mecânica, a resistência ao acamamento e a resistência à deiscência das vagens. Somente a partir dos anos 80 é que tais pesquisas foram ampliadas (EMBRAPA, 2008).

Para se alcançar sucesso na implantação de uma cultura, é fundamental o emprego de sementes de alta qualidade. No caso da soja, é indicada a utilização de sementes com vigor superior a 80 % de germinação (EMBRAPA SOJA, 2000a).

Qualidade, sustentabilidade e preservação ambiental são fatores fundamentais que definem as novas regras de produção e comercialização (EMBRAPA SOJA, 2000b).

### II. 2.1.1 Qualidade de semente

Uma etapa a ser considerada na produção da soja é a obtenção de sementes de alta qualidade, para que essas possam ser utilizadas adequadamente pelos agricultores em suas lavouras (ROCHA *et al.*, 1990).

Entre os critérios nacionais e internacionais de produção de sementes, os mais importantes são viabilidade, vigor, pureza e uniformidade (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Para se alcançar o objetivo desejado, tornou-se fundamental a pesquisa em análise de sementes capaz de aperfeiçoar, desenvolver e padronizar os métodos de análises de sementes, almejando resultados uniformes entre análises realizadas dentro e entre países. Esses métodos devem ser práticos, com precisão e uniformidade, visando ao comércio de sementes de alta qualidade, importante para o sucesso da agricultura e, conseqüentemente, para a produtividade (GROTH, 2009).

No campo, os fatores considerados como as principais causas de deterioração da semente antes da colheita são os estresses climáticos e nutricionais associados, frequentemente, aos danos causados por insetos e microrganismos. A deterioração por umidade ocorre logo após a fase de maturação fisiológica da semente, mas antes, porém, de a semente ser colhida e, é um dos fatores que mais afetam a qualidade da semente de soja, por resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que semente deteriorada é extremamente vulnerável aos impactos mecânicos (FRANÇA NETO *et al.*, 2007).

Para a obtenção, nos Estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais, as melhores produtividades e produção de sementes de alta qualidade, os melhores períodos de semeadura são entre meados de novembro a meados de dezembro. Se a semeadura for realizada antes desse período, a fase de maturação tende a coincidir com períodos de umidade elevada, devido à ocorrência de chuvas, associados a altas temperaturas, levando a problemas como baixa germinação, elevada percentagem de deterioração e alta incidência de patógenos. E, semeaduras ocorridas no final de dezembro podem resultar em sementes de baixa qualidade devido ao ataque de percevejos sugadores (FRANÇA NETO *et al.*, 2007).

Em busca de uma produção com alta germinação e vigor, as sementes devem ser colhidas no ponto máximo de sua maturação fisiológica, ou seja, no estágio R<sub>7</sub>, mas o qual, na prática é de difícil determinação. Por isso, algumas medidas precisam ser tomadas para limitar a extensão e a severidade da deterioração das sementes, e, essas

devem ser colhidas quando atingirem a maturidade morfológica, ou seja, 14 % a 15 % do teor de água, pois o produtor não pode controlar as condições climáticas durante esse período e retardar a colheita ocasionará a deterioração das sementes (LACERDA, 2008).

Para se produzirem sementes de soja de alta qualidade, é imprescindível conhecimento e investimento em tecnologias de produção, associados a um sistema de controle de qualidade ágil, dinâmico e eficaz, intimamente interligado a todas as etapas do sistema de produção, a fim de assegurar que a semente comercializada tenha efetivamente elevada qualidade, conforme demandado pelo setor produtivo de soja (FRANÇA NETO *et al.*, 2007).

As sementes com alto padrão de qualidade é uma exigência, o que acaba necessitando de tecnologia moderna, eficiente e dinâmica dentro da indústria de sementes para buscar um controle de qualidade cada vez mais efetivo. O emprego de metodologia adequada fornece informações sobre a viabilidade das sementes, estima o comportamento durante o armazenamento, o desempenho no campo e decide a respeito do descarte de lotes de sementes de baixa qualidade, quando necessário e, conseqüentemente, também diminui os riscos de prejuízos (MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987).

### **II. 2.1.2 Produtividade**

Existem vários fatores que podem influenciar na produtividade da cultura da soja. Os mais determinantes são os fatores climáticos, entretanto, ainda devem ser considerados fatores como época de semeadura, cultivar, densidade de plantas, adubação ou o conjunto desses (GARCIA *et al.*, 2007).

Os estresses abióticos, como secas ou excessos de chuva, temperaturas muito elevadas ou baixas, luminosidade, entre outros, podem reduzir significativamente os rendimentos dos cultivos agrícolas, além de restringirem os locais onde podem ser cultivados. Por isso, é importante o conhecimento de práticas que fomentem a eficiência do cultivo, assim como conhecer o crescimento e desenvolvimento da própria cultura (FARIAS *et al.*, 2007).

O uso da monocultura promove degradações físicas, químicas e biológicas ao longo do tempo no sistema produtivo, o que leva à diminuição da produtividade, cria ambiente favorável para o desenvolvimento de pragas, doenças e plantas invasoras, além de provocar perdas por erosão e danos ambientais (GONÇALVES *et al.*, 2007).

No sistema plantio direto, existe maior disponibilidade de água e nutrientes, temperaturas do solo menos extremas, assim como melhores condições de estrutura do solo, maior teor de matéria orgânica, maior diversidade e atividade biológica. Esses aspectos influenciam o desenvolvimento e a produtividade das culturas (CALEGARI *et al.*, 1998).

## **II. 2.2 Manejo da cultura da soja**

### **II. 2.2.1 Sistema plantio direto (SPD)**

O monocultivo, associado ao uso intensivo da mecanização, de agrotóxicos, corretivos e adubos químicos solúveis, conduziu a exploração agrícola a um processo intenso de degradação, tendo como maior consequência a erosão. Essa degradação contribui para o decréscimo no rendimento das culturas de importância econômica. O processo é caracterizado, entre outras coisas, pela formação de camadas compactadas, superficial ou subsuperficial, queima acelerada da matéria orgânica e redução da atividade biológica do solo, tornando as lavouras cada vez mais exigentes em insumos. Por isso, buscou-se um sistema de manejo mais adequado às condições edafoclimáticas tropicais e subtropicais, incorporando o conhecimento adquirido pela pesquisa agropecuária brasileira e espelhando-se na experiência bem sucedida de agricultores e técnicos, surgindo então o sistema plantio direto - SPD (FREITAS, 2005).

O sistema plantio direto é definido como o sistema de manejo no qual a implantação da cultura é feita sobre restos de culturas anteriores, associado à rotação de culturas e à restrição da movimentação do solo apenas à linha de semeadura. Esse sistema compreende um conjunto de técnicas que visam à redução de custos, promoção da sustentabilidade ambiental, interações biológicas, melhoramento das condições ambientais, tudo isso para que se possa explorar, da melhor maneira possível, o potencial genético de produção das culturas com o menor impacto ambiental possível (FREITAS, 2005).

Essa prática possibilita a manutenção e até o aumento da matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, a biota diversificada e ativa. Isso significa maior reciclagem de nutrientes e poder tampão do solo, levando à maior produtividade e conservação dos recursos naturais (COLOZZI FILHO; ANDRADE, 2006).

Mesmo em sistemas agrícolas altamente dependentes de insumos, o SPD permite aperfeiçoar o uso de fertilizantes e agrotóxicos. Além disso, busca a sustentabilidade da

agricultura, proporcionando a produção de alimentos com menores custos e com qualidade ambiental, baseando-se na regeneração da matéria orgânica e da atividade biológica (FREITAS, 2005).

A cobertura do solo é um fator indispensável para o sucesso do plantio direto. A soja deve ser cultivada em sistemas ordenados e planejados de rotação de culturas para deixar os solos cobertos o maior tempo possível. A quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais são determinantes para: recuperar a matéria orgânica do solo, auxiliar no controle de plantas invasoras, permitir a reciclagem de nutrientes, reduzir riscos de erosão, aumentar a capacidade de armazenamento de água no solo, além de outros benefícios (EMBRAPA, 2008).

O SPD agrega os requisitos mínimos de não revolver o solo, da rotação de culturas e da manutenção da cobertura (viva ou morta) do solo, na busca de um equilíbrio ecológico (FREITAS, 2005).

Esse sistema possui um grande diferencial: sua capacidade de preservar ou aumentar a matéria orgânica do solo, utilizando a rotação de culturas com inclusão de plantas de cobertura e adubação verde (FRANCHINI *et al.*, 2007).

Dentre as culturas consideradas importantes para serem utilizadas na rotação, estão a aveia preta e o milho, dentre outras. A soja apresenta excelente desempenho, quando cultivada após aveia rolada, também proporciona menor incidência das doenças causadas por *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum* e diminui a incidência de plantas invasoras (EMBRAPA, 2008).

## II. 2.2.2 Rotação de culturas

A rotação de culturas é o uso alternado, no tempo, de espécies vegetais que deixam efeitos residuais positivos para o solo e para a cultura em sucessão, como os sistemas radiculares diferentes, encontrados em gramíneas e leguminosas (GONÇALVES *et al.*; 2007). Visa aumentar a diversidade de um agroecossistema que, em síntese, é responsável pelo aumento da sua estabilidade (SOUZA; PIRES, 2002).

Para um eficiente uso do sistema plantio direto, é essencial a rotação de cultura, utilizando-se espécies vegetais para cobertura do solo, amenizando os problemas fitossanitários nas espécies destinadas à produção de grãos (EMBRAPA, 2008).

Com a rotação de culturas é possível quebrar o ciclo de pragas, doenças e plantas invasoras, diminuindo a incidência destes no solo. Além disso, ela incrementa o número de inimigos naturais e induz ao equilíbrio ambiental (CALEGARI *et al.*, 1998).

Espécies de cobertura vegetal, produtoras de grande quantidade de palha e raiz, favorecem o sistema plantio direto, a reciclagem de nutrientes, estabelecem o aumento da proteção do solo contra a ação de agentes climáticos, promove a melhoria do solo nos seus atributos físicos, químicos e biológicos e auxilia no controle de plantas invasoras (EMBRAPA, 2008).

Nos atributos físicos, destacam-se melhorias na agregação do solo, capacidade de retenção de água, consistência, densidade, infiltração de água, porosidade, aeração e condutividade elétrica. Nos químicos, o aumento da matéria orgânica do solo, aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes, aumento da CTC efetiva do solo, diminuição nos teores de alumínio trocável, dentre outros. Os efeitos biológicos observados são: aumento na atividade microbiana do solo, atenuação da variação térmica do solo, diminuição da infestação de plantas invasoras, etc (CALEGARI *et al.*, 1992).

Segundo Gonçalves *et al.* (2007), é preciso dar preferência às espécies mais adaptadas à região, que possam ser cultivadas entre as culturas comerciais, e, seria interessante também que não se comportem como invasoras e possam ser utilizadas como forrageiras ou produtoras de grãos.

O uso da sequência apropriada de culturas pode modificar as relações entre cultura e plantas invasoras para que ocorra a redução na infestação da área (FLECK *et al.*, 2003). Tal sequência deve ser ajustada às condições socioeconômicas, edafoclimáticas, de mercado, de localização, e de eficiência produtiva de cada propriedade (CALEGARI *et al.*, 1992).

A associação de culturas produtoras de grãos às espécies recuperadoras de solo é condição básica para o sistema produtivo (GONÇALVES *et al.*, 2007).

### **II. 2.2.3 Cobertura vegetal**

A escolha de espécies de cobertura vegetal deve ser feita visando à produção de grande quantidade de biomassa. Além disso, deve-se dar preferência às plantas fixadoras de nitrogênio, com sistema radicular profundo ou abundante, promotoras de reciclagem de nutrientes, que não sejam hospedeiras de pragas, doenças ou nematóides, e também não apresentem efeito alelopático para as culturas comerciais (EMBRAPA, 2008).

Independente da cultura ou da região, as plantas de cobertura são importantes para produção de resíduos culturais, o que diminui a erosão, eleva os níveis de carbono

no solo, diminui a incidência de plantas invasoras da área, aumenta a fertilidade dos solos e a ciclagem de nutrientes. Normalmente, produzem-se grandes quantidades de biomassa, as quais auxiliam na produtividade da cultura em sucessão e na recuperação de áreas degradadas (GONÇALVES *et al.*, 2007).

As plantas protetoras e melhoradoras do solo funcionam também como adubos verdes, dentro da premissa de manter o solo permanentemente coberto, que são cultivadas exclusiva ou parcialmente para essa finalidade. É prática que mantém os resíduos vegetais na superfície do solo, protegendo-o e liberando nutrientes para as culturas subsequentes. A reciclagem de nutrientes que ocorre com o uso de cobertura vegetal é possibilitada devido ao processo de mineralização dos resíduos que estão na superfície do solo, especialmente em áreas onde se utiliza o sistema plantio direto. A reciclagem é devido ao sistema radicular profundo das plantas de cobertura que retiram os nutrientes de camadas subsuperficiais do solo, transformando-os em material orgânico, que posteriormente são liberados na superfície, os quais serão mineralizados e disponibilizados em doses contínuas para o aproveitamento das lavouras cultivadas em sucessão (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Os resíduos vegetais das plantas de cobertura, depositados sobre o solo, apresentam efeito alelopático mais pronunciado do que quando incorporados ao solo, concentrando-se na camada mais superficial. Além disso, como a liberação das substâncias químicas é lenta, os efeitos fazem-se sentir por mais tempo (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

Segundo Heckler & Hernani (1998), a palha, produzida pelas plantas de cobertura, ideal para cobrir o solo, deve apresentar algumas características como: promover a cobertura do solo por maior tempo possível; decompor-se lentamente, permitindo o retorno de uma boa e equilibrada quantidade de nutrientes ao solo; não ser hospedeira de pragas e doenças e, cobrir o solo até que a cultura subsequente o faça adequadamente e ainda, após isso, mantenha resíduos remanescentes.

O uso de cobertura vegetal no período de outono/inverno tem sido muito utilizado pelos agricultores que adotam o sistema plantio direto. Essas espécies são implantadas na entressafra das culturas comerciais de verão, em áreas que normalmente ficariam sem utilização, ociosas. E, assim, ajudam a diminuir a infestação de plantas invasoras, além de controlar a erosão (SOUZA; PIRES, 2007).



#### II. 2.2.3.1 Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.)

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) é planta anual, gramínea, bastante difundida na região Sul do País, mas também viável nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Desenvolve-se bem no outono, inverno e princípios da primavera. As baixas temperaturas, na fase inicial do seu desenvolvimento, favorecem o perfilhamento (CALEGARI *et al.*, 1992).

Associada a leguminosas como a ervilhaca, proporciona excelentes condições do solo para as plantas subsequentes, além disso, destaca-se, dentre as diversas coberturas de inverno, pela alta produção de matéria seca e a alta relação C/N, pois mantém o solo coberto por um maior período de tempo, em função da menor redução no volume de massa, ocasionado pela lenta decomposição microbiológica dos resíduos culturais. Também apresenta controle alelopático sobre várias plantas invasoras (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Além de apresentar rusticidade, precocidade e resistência às principais doenças, a aveia produz elevada quantidade de massa verde e é eficiente na reciclagem de nutrientes. É resistente à seca e pouco exigente em fertilidade do solo. Por isso, é recomendada para rotação de culturas no sistema agrícola. Além de proporcionar efeito supressor e/ou alelopático sobre as plantas invasoras, o efeito residual é favorável aos rendimentos de soja e feijão. É a espécie de planta de cobertura mais cultivada no Paraná (CALEGARI *et al.*, 1992). Entretanto, o corte deve ser feito antes que as sementes alcancem a maturação, pois, caso contrário, haverá infestação nas culturas seguintes (FLOSS, 1988).

#### II. 2.2.3.2 Ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.)

A ervilha comum (*Vicia sativa* L.), da família das leguminosas, é planta anual, de clima temperado e subtropical, que não possui muita resistência às secas prolongadas e ao calor excessivo, embora tenha se adaptado a invernos rigorosos e secos, proporcionando boa cobertura do solo e boa capacidade de rebrota (CALEGARI *et al.*, 1992).

Umidade excessiva e baixa fertilidade do solo são fatores limitantes ao desenvolvimento dessa espécie. Essa, quando utilizada para adubação verde, deve ser manejada, preferencialmente, na fase de floração plena (SANTOS, 2003).

A produção de massa verde e de sementes da ervilhaca comum aumenta significativamente em solos ricos em matéria orgânica. Por possuir hábito de crescimento

trepador, seu cultivo pode ser consorciado com aveia, tremoço, azevém, etc. Demonstra eficiente proteção do solo e favorece os cultivos na sucessão (CALEGARI *et al.*, 1992).

De acordo com Malavolta; Pimentel-Gomes & Alcarde (2002), as leguminosas podem fixar, em média, 100 a 125 kg de nitrogênio por hectare. Entretanto, deve-se considerar que, nem todo o nitrogênio fica à disposição da cultura subsequente, mas acredita-se que o aproveitamento atinja 65 %, aproximadamente.

#### II. 2.2.3.3 Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.)

O nabo forrageiro, pertencente à família das crucíferas, é muito rústico, possui raiz pivotante bem desenvolvida, cresce bem em solos pobres e, em condições de boa fertilidade, produz elevada quantidade de massa verde. É de crescimento rápido, o que o torna muito competitivo contra as plantas invasoras. Sua relação C/N é baixa, igual a 16 (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

O nabo forrageiro tem demonstrado elevada capacidade de reciclar nutrientes e é uma ótima planta para cobertura do solo. Sendo bastante interessante para rotação de culturas, com efeito significativo nas culturas posteriores (CALEGARI *et al.*, 1992).

Essa espécie não necessita da incorporação das sementes para sua germinação, entretanto, quando incorporada, antecipa a germinação, que será mais uniforme e com o crescimento das plantas também mais uniforme, sendo isto importante para inibir a vegetação espontânea (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Ele também tem apresentado grande aceitação por parte dos agricultores por não ser hospedeiro comum dos fitopatógenos das demais espécies cultivadas (SANTOS, 2003).

#### II. 2.2.4 Alelopatia

A ocorrência do prejuízo que pode ser causado por algumas espécies sobre outras já é conhecida desde a antiguidade. Faz-se importante conhecer os efeitos alelopáticos entre espécies de planta, tanto em ecossistemas naturais como nos agrícolas (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1992).

Um dos efeitos da cobertura vegetal é a liberação e adição de substâncias químicas ao sistema, e, essas substâncias conhecidas por aleloquímicos podem causar efeito benéfico ou prejudicial sobre outras espécies. O fenômeno é conhecido como alelopatia e é importante ser observado quando se insere uma cobertura vegetal, pois

esse efeito é espécie-específico e, dessa forma, pode inibir tanto plantas invasoras como a espécie cultivada (RICE, 1974).

Entretanto, é importante lembrar que os efeitos benéficos de uma planta sobre outra também estão relacionados à alelopatia, uma vez que um composto químico liberado pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo da concentração do mesmo no ambiente, o que é de extrema importância para sua utilização (GOLDFARB; PIMENTEL; PIMENTEL, 2009).

As plantas invasoras que crescem junto com as culturas agrícolas também podem interferir no seu desenvolvimento e manejo, bem como reduzir a produção e seu valor comercial por competição ou também por ação alelopática, entre outros fatores (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Essas substâncias produzidas pelas plantas, estocadas e liberadas para o ambiente, estão relacionadas com sua própria sobrevivência, por exemplo, a tolerância ao ataque de insetos e doenças (SOUZA FILHO, 2006).

Segundo Ferreira; Schwarz & Streck (2000), já existem mais de 10.000 aleloquímicos identificados, pertencentes a diversos grupos químicos, como o dos ácidos fenólicos, flavonóides, terpenóides, esteróides e alcalóides, os quais podem ser liberados da planta por diferentes formas: volatilizados das folhas, caules, flores e raízes das plantas, e os aleloquímicos solúveis em água são lixiviados do material vivo (parte aérea e raízes) ou dos resíduos em decomposição.

A lixiviação e a exsudação de substâncias assumem maior importância no sistema plantio direto, sendo que a deposição expressiva de material vegetal sobre o terreno representa maior concentração e, por maior período, de produtos químicos na camada mais superficial do solo, devido à decomposição dos resíduos (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Após a liberação dos compostos alelopáticos no ambiente, esses ficam vulneráveis às ações climáticas, de temperatura, microrganismos do solo e podem ter sua ação tóxica afetada pelas transformações que sofrem, assim, modificam os impactos que podem promover no ambiente (SOUZA FILHO; ALVES, 2002 a).

O efeito fitotóxico das substâncias químicas pode atingir as raízes da planta-alvo através do solo. No entanto, durante esse movimento, fatores abióticos, como físicos e químicos, e bióticos, como a microbiota, podem tornar-se barreiras à ação de fitotoxicidade dos produtos químicos em termos de qualidade e quantidade necessárias para causarem danos. Assim, como a matéria orgânica do solo, minerais reativos da superfície, a capacidade de troca iônica, os íons inorgânicos, tudo influencia a atividade dos aleloquímicos (INDERJIT, 2001).

Cada espécie tem uma capacidade específica de produzir substâncias alelopáticas, assim como a natureza química e sua concentração, da mesma forma que a sua suscetibilidade aos aleloquímicos liberados por outras plantas. O efeito dos aleloquímicos sobre as plantas é somente uma sinalização secundária de mudanças anteriores, porque o efeito dos aleloquímicos sobre a germinação e desenvolvimento das plantas são manifestações secundárias, com consequência nas reações em nível molecular e celular inicialmente (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Os sintomas dos efeitos alelopáticos mais mencionados na bibliografia são: redução na germinação, falta de vigor vegetativo ou morte das plântulas, clorose das folhas, redução do perfilhamento e atrofiamento ou deformação (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

O modo de ação dos aleloquímicos pode ser dividido em ação direta e indireta. Nas indiretas, podem-se incluir alterações nas propriedades do solo, de suas condições nutricionais e das alterações de populações e atividade dos microrganismos. O modo de ação direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta receptora ou penetra nas células, agindo diretamente no seu metabolismo (RIZVI *et al.*, 1992; FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Entretanto, os aleloquímicos, após sua liberação no solo, ficam submetidos a degradações químicas, físicas e biológicas, as quais, muitas vezes, limitam o acúmulo dessas substâncias em níveis que não se tornam fitotóxicos, o que vai depender do seu movimento, destino e persistência no solo (INDERJIT, 2001).

O uso da alelopatia na agricultura é prática promissora no combate às plantas invasoras, uma vez que a erradicação dessas espécies não é possível e nem desejável para a vida biológica do solo. Logo, objetiva-se o uso dessa prática para deixar as plantas invasoras em um nível que possam conviver com a cultura sem prejudicá-la é o que se procura, com equilíbrio entre ambas. Entretanto, esse método ainda precisa ser muito estudado (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

Essa prática pode se tornar importante fator para o manejo de culturas comerciais, pelo uso de plantas que exerçam controle sobre determinadas espécies indesejadas, obtendo assim, sistemas de culturas mais produtivos (GOLDFARB; PIMENTEL; PIMENTEL, 2009).

A partir do conhecimento dos agentes alelopáticos em determinadas espécies, podem-se, a partir deles, produzir produtos naturais com características herbicidas. Além da identificação desses compostos e produção de sintéticos análogos. Outra forma de aproveitamento da alelopatia é a introdução voluntária de espécies com atividade

alelopática entre as culturas comerciais, com o objetivo de controlar as espécies invasoras (ALMEIDA, 1988).

É importante que as culturas de inverno, além de deixarem o terreno livre de invasoras durante a sua permanência, tenham resíduos que se conservem o maior tempo possível sobre o solo, para impedirem infestações futuras nas culturas em sucessão. Com a escolha correta de coberturas de inverno, podem-se aproveitar os efeitos alelopáticos, de competição, de barreira física, entre outros, para reduzir a infestação de plantas invasoras nas culturas de primavera/verão para que se diminua o uso de herbicidas e aumente a economicidade dessas explorações (CONSTANTIN *et al.*, 2007).

Segundo Caamal-Maldonado *et al.* (2001), nas regiões tropicais do México, usam-se, como prática tradicional de controle de plantas invasoras, espécies leguminosas de cobertura, como *Mucuna* spp. e *Canavalia* spp. que, além de promoverem controle, protegem o solo contra erosão e ainda adição de matéria orgânica e nitrogênio.

## **II. 2.2.5 Controle de plantas invasoras**

As plantas invasoras fazem parte dos agroecossistemas e necessitam dos recursos do meio para seu desenvolvimento. Por isso, é preciso o planejamento das práticas a serem utilizadas para evitarem-se prejuízos devido à sua presença. Um dos objetivos do sistema plantio direto é o controle adequado dessas plantas nas culturas, para que se diminua o uso de herbicidas (SKORA NETO; PASSINI; RODRIGUES, 2006). Conceituar planta invasora não é tarefa fácil, mas todos os conceitos baseiam-se na indesejabilidade em relação à atividade humana. Entretanto, uma espécie pode ser invasora em determinado momento e ser útil em outra situação (SILVA *et al.*, 2007 a).

A presença de plantas invasoras em lavouras de soja pode afetar o desenvolvimento da cultura por promover competição pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes pela redução de disponibilidade desses para a cultura e por causar a redução na produtividade de grãos, devido aos efeitos da interferência sobre as variáveis que definem a produtividade da cultura (SILVA *et al.*, 2008). O objetivo do controle dessas plantas nas culturas está relacionado a evitarem-se perdas de quantidade e qualidade dos grãos para facilitar a colheita, reduzir a infestação de um ano para outro e diminuir o uso de herbicidas (SKORA NETO; PASSINI; RODRIGUES, 2006).

Devido à importância e à magnitude da cultura da soja no Brasil, é imprescindível aperfeiçoar a tecnologia de produção disponível, visando reduzir ao máximo as perdas pela competição com as plantas invasoras. Assim, as informações que esclareçam o

momento correto para o controle dessas plantas podem contribuir para atingir esse objetivo (CONSTANTIN *et al.*, 2007). Na bibliografia, existem também relatos de efeito alelopático das plantas invasoras sobre as cultivadas. Efeito esse já comprovado por extratos aquosos ou alcoólicos sobre algumas espécies de plantas cultivadas e também de pastagens (SOUZA FILHO, 2006). Sendo então mais um fator para que as plantas invasoras sejam controladas nas culturas agrícolas.

Experiências de um produtor no Norte do Paraná, com cobertura vegetal na rotação de culturas durante seis anos, mostraram excelentes resultados na produtividade de milho e soja utilizados na sucessão, além do controle de invasoras e consequente redução do uso de herbicidas (CALEGARI *et al.*, 1992). Estudos realizados por ALMEIDA (1991) também relataram a influência de extratos aquosos de coberturas vegetais (entre elas aveia, nabo forrageiro, azevém e ervilhaca) na germinação de sementes de algodão, soja, milho, feijão e arroz e verificaram que, com exceção das palhas de azevém, de serradela e de ervilhaca, todas as espécies restantes influenciaram a germinação das sementes ou o desenvolvimento de plântulas das culturas anuais.

Tokura & Nóbrega (2006) avaliaram o potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal, no campo, de trigo, aveia preta, milheto, nabo forrageiro e colza sobre o desenvolvimento de plantas infestantes e verificaram o controle sobre as plantas invasoras. Os resultados obtidos permitiram concluir que as coberturas vegetais que apresentaram melhor controle do total de plantas infestantes na área experimental, em ordem decrescente, foram aveia preta, colza, nabo forrageiro e milheto. Correia, Durigan & Klink (2006) estudaram cobertura de sorgo, milheto forrageiro, capim pé de galinha e braquiária, nas quantidades de 3,0 e 5,5 t ha<sup>-1</sup>, para formação de palha na emergência de plantas invasoras. A composição específica e as densidades populacionais das comunidades infestantes foram influenciadas pelos sistemas de produção de cobertura morta. A emergência das plantas invasoras foi menor nas coberturas de sorgo e braquiária e nos maiores níveis de palha (5,5 t ha<sup>-1</sup>).

Isik *et al.* (2009) confirmaram em estudos que as espécies ervilha, azevém, centeio e ervilhaca podem ser usadas para reduzir a emergência de plantas invasoras, principalmente *Capsicum annuum* L., além de melhorarem a eficácia dos sistemas de manejo, a fertilidade do solo e a produtividade da cultura subsequente. Para Tokura & Nóbrega (2002), em experimentos de laboratório, diferentes concentrações de extratos aquosos, obtidos por lixiviação de plantas de trigo, aveia preta, milheto, nabo forrageiro e colza, não apresentaram efeito alelopático sobre a germinação de sementes de soja, contudo, reduziram o crescimento das plântulas.

## II. 3 MATERIAL E MÉTODOS

### II. 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento no campo foi realizado no município de Catanduvas, na região Oeste do Paraná, com as seguintes coordenadas geográficas 25° 18' 16,0" S, 53° 11' 34,1" O e altitude média de 465 metros.

O preparo do solo, anterior à semeadura da cobertura vegetal, foi realizado com preparo mínimo e gradagem com aproximadamente 10 cm de profundidade. A aplicação de calcário foi conforme resultado da análise química do solo. E, também em função dos resultados, não foi necessária aplicação de adubos (Tabela I.3).

A área utilizada para o experimento era cultivada sob sistema convencional, com sucessão de feijão/milho nos últimos cinco anos. As semeaduras das coberturas vegetais de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro ocorreram em julho de 2007. Aos 100 dias, aproximadamente, a cobertura foi roçada e permaneceu sobre o solo por 20 dias. Após esse período, sete tratamentos foram distribuídos, com cinco repetições cada, quantificando-se a massa fresca obtida (quantidade normal) para aveia preta e consórcio e, a partir desse valor, formaram-se as quantidades metade e dobro, seguindo a descrição:

T1 – Pousio (sem cobertura) – 0 t ha<sup>-1</sup>

T2 – Aveia preta (quantidade de palha normal produzida) – 6,62 t ha<sup>-1</sup>

T3 – Aveia preta (metade da palha) – 3,31 t ha<sup>-1</sup>

T4 - Aveia preta (palha em dobro) – 13,21 t ha<sup>-1</sup>

T5 – Consórcio (quantidade de palha normal produzida) – 18,42 t ha<sup>-1</sup>

T6 – Consórcio (metade da palha) – 9,21 t ha<sup>-1</sup>

T7 – Consórcio (palha em dobro) – 36,84 t ha<sup>-1</sup>

### II. 3.2 Semeadura da soja

Os resíduos culturais permaneceram no solo por aproximadamente 20 dias. Posteriormente, foi implantada a cultura de soja com a cultivar precoce COODETEC 202, com 80% de germinação, sobre os restos culturais das coberturas, sob sistema plantio direto, com semeadora-adubadora Vence Tudo, em dezembro de 2007. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 45 cm e densidade de 22 sementes por metro linear. A

adubação foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura, da fórmula 8-20-20 (NPK). As sementes utilizadas foram doadas pela empresa Condor, do município de Catanduvas.

A testemunha recebeu o mesmo preparo que os demais tratamentos, porém a área permaneceu sob pousio, ou seja, com vegetação natural. O intervalo entre o corte da cobertura e semeadura da cultura baseou-se nos resultados encontrados por PICCOLO (2008), em que o período que expressou melhores resultados foi a semeadura após 20 dias do manejo da cobertura.

### II. 3.3 Colheita da cultura

A colheita foi manual e separadamente, em cada parcela, de cada tratamento. O beneficiamento também foi manual. As sementes colhidas foram embaladas em sacos de papel, identificadas e levadas ao laboratório para avaliações de vigor e viabilidade.

### II. 3.4 Avaliações no campo

#### II. 3.4.1 Índice de velocidade de emergência (IVE)

A contagem das plântulas emersas foi realizada nas linhas úteis de cada parcela, sendo essas as cinco linhas centrais, desconsiderando-se a bordadura, formada pelas duas linhas externas. As avaliações foram realizadas a partir do quarto dia após semeadura, até a estabilização do número de plântulas. Isso ocorreu por volta de 18 dias após semeadura, seguindo metodologia descrita em Nakagawa (1999). O IVE foi calculado conforme Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_N}{N_N}$$

em que:

$E_1, E_2 \dots E_N$  = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem, (...) até a última contagem;

$N_1, N_2 \dots N_N$  = número de dias da semeadura até a primeira, até a segunda, (...) até a última contagem.

Os resultados foram expressos em número de plântulas emersas por dia.



### *II. 3.4.2 Velocidade de emergência (VE)*

Os dados utilizados para avaliar o VE foram os mesmos utilizados para a avaliação do IVE. O VE foi calculado segundo Edmond & Drapala (1958), os quais consideram que o tratamento que apresentou menor média levou menos dias em relação para a emergência das plântulas do solo, portanto, foi aquele que apresentou a maior velocidade de emergência:

$$VE = \frac{(N_1E_1) + (N_2E_2) + \dots + (N_nE_n)}{E_1 + E_2 + \dots + E_n}$$

em que:

$E_1, E_2 \dots E_N$  = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem, (...) até a última contagem;

$N_1, N_2 \dots N_N$  = número de dias da semeadura até a primeira, até a segunda, (...) até a última contagem.

Os resultados foram expressos em número de dias que as plântulas levaram para emergir.

### *II. 3.4.3 Altura de planta*

A altura foi determinada pela medida da parte aérea das plantas de soja considerando-se a distância do solo até o meristema apical na haste principal, de dez plantas, escolhidas aleatoriamente, em cada parcela, de cada tratamento. As avaliações ocorreram aos 30 (janeiro), 60 (fevereiro) e 90 (março) dias após semeadura e os resultados foram expressos em m.

### *II. 3.4.4 Produtividade*

Após a maturação da soja, foi realizada a colheita manual, nas linhas úteis de cada parcela, de cada tratamento, pelo corte rente ao solo das plantas, em abril de 2008, as quais foram debulhadas em batedor, acoplado ao trator. As sementes colhidas foram embaladas, identificadas e levadas ao laboratório para determinação da produtividade, a qual foi obtida pela massa de sementes de cada parcela, transformada em kg ha<sup>-1</sup>. Posteriormente, todos os valores foram ajustados para o teor de água a 13 %.

### **II. 3.5 Avaliações no laboratório**

As análises de qualidade das sementes de soja colhidas foram realizadas no Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas (LASP) do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Cascavel, em maio de 2008.

#### *II. 3.5.1. Porcentagem de germinação*

Quatro repetições de 50 sementes, de cada repetição, de cada tratamento, foram dispostas sobre papel germiteste com auxílio de um tabuleiro contador. Os papéis foram pesados e umedecidos anteriormente com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes o seu peso. Foram colocadas duas folhas de papel sob as sementes e uma sobre. Após esse procedimento, os papéis foram enrolados e amarrados com um atilho de borracha. As amostras foram identificadas e levadas ao germinador à temperatura de  $\pm 25$  °C por oito dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 1992).

#### *II. 3.5.2 Envelhecimento acelerado*

Uma amostra com 42 g de sementes inteiras de soja (contendo aproximadamente 250 sementes), de cada parcela, de cada tratamento, foi pesada em balança de precisão 0,001 g. Em seguida, as sementes foram distribuídas em caixas plásticas 'gerbox', adaptadas com uma bandeja de tela de alumínio, contendo 40 mL de água destilada no fundo. As caixas foram fechadas e armazenadas em câmara de envelhecimento por 48 h, à temperatura de 41°C, com umidade interna de aproximadamente 95 % (MARCOS FILHO, CÍCERO; SILVA, 1987).

Após, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e foram avaliadas de acordo com a metodologia já descrita anteriormente (BRASIL, 1992).

#### *II. 3.5.3 Pureza*

Duas amostras de 100 g cada foram pesadas e depois separadas após identificação a olho nu, nas seguintes frações: puras, ardidadas, chochas, quebradas e

fragmentos. Cada uma das frações citadas foi pesada separadamente em balança de precisão 0,001 g e anotados os respectivos dados (BRASIL, 1992).

#### *II. 3.5.4 Massa de 100 sementes*

Uma amostra de sementes de soja foi obtida, de cada repetição, de cada tratamento e separada, para a constituição de duas repetições de 100 sementes puras; as quais foram pesadas em balança de precisão 0,001 g. Os resultados foram expressos em gramas por 100 sementes (BRASIL, 1992).

#### *II. 3.5.5 Teor de água*

Duas amostras de cada parcela, de cada tratamento, de aproximadamente 5 g de sementes de soja, foram colocadas em cápsulas de alumínio. Essas foram levadas à estufa à temperatura de  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 h. Após esse período, as cápsulas foram retiradas, dispostas em dessecador por aproximadamente 20 minutos e pesadas novamente. A partir desses valores, foi calculado o teor de água de cada repetição e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 1992).

### **II. 3.6 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi fatorial com dois fatores (cobertura e quantidade de palha) mais uma testemunha, totalizando sete tratamentos e cinco repetições para cada tratamento, resultando em 35 ensaios.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de significância, processados pelo programa ESTAT (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 1991). Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{\frac{x+0,5}{n}}100$ .

A classificação dos valores do coeficiente de variação (CV) foi determinada de acordo com Gomes (2000) e considerados como: baixos até 10 %, médios entre 10 e 20%, altos entre 20 e 30 % e muito altos acima de 30 %.

## II. 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela II.1 é apresentado o resumo da análise de variância para o índice de velocidade de emergência e a velocidade de emergência de plântulas de soja, submetidas aos tratamentos de cobertura vegetal.

**Tabela II.1** Resumo da análise de variância dos dados de índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE) de plântulas de soja cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Parâmetros	F	Média geral (plantas dia <sup>-1</sup> )	Coefficiente de variação (%)
IVE			
Testemunha versus fatores	9,77 *		
Cobertura	3,42 <sup>ns</sup>	32,2	22,3
Quantidade de palha	0,50 <sup>ns</sup>		
Cobertura x quantidade de palha	0,42 <sup>ns</sup>		
VE			
Testemunha versus fatores	3,36 <sup>ns</sup>		
Cobertura	10,64 *	8,8	14,5
Quantidade de palha	2,90 <sup>ns</sup>		
Cobertura x quantidade de palha	2,99 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade

Os valores de F foram significativos apenas para a testemunha versus fatores, dados que indicam interferência dos tratamentos no índice de velocidade de emergência, mas não o foram para cobertura, quantidade de palha e a interação entre eles. Para a velocidade de emergência, verifica-se que o valor de F só foi significativo para o fator cobertura, contudo não significativo para os demais. O coeficiente de variação foi alto para IVE, indicando pouca homogeneidade dos dados e médio para VE, conforme Gomes (2000).

Na Tabela II.2 são apresentados os valores médios referentes ao índice de velocidade de emergência e a velocidade de emergência de plântulas de soja.

**Tabela II.2** Índice de velocidade média de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE) de plântulas de soja cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008

Tratamento		IVE (Plantas dia <sup>-1</sup> )	VE (Dias)
Cobertura	Aveia preta	31,3 a	9,4 a
	Consórcio	36,1 a	7,8 b
Quantidade De palha	Normal	32,9 a	8,9 a
	Metade	32,6 a	8,9 a
	Dobro	35,5 a	7,8 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

O índice de velocidade de emergência de soja, como pode ser observado na Tabela II.2, não diferiu estatisticamente entre os tipos de cobertura nem entre as quantidades de palha utilizadas no experimento. Tal resultado corrobora com os de Martins (2006) que também não observou diferença significativa no IVE entre as coberturas de aveia preta e consórcio (aveia preta, nabo forrageiro e ervilhaca comum) em experimentos realizados em caixas de areia em laboratório, anteriormente à semeadura da soja.

Piccolo (2008), em experimentos de campo, com as mesmas espécies, concluiu que o consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro beneficiou o IVE de soja, portanto, foi recomendado o uso dessas espécies a fim de proporcionar a emergência de plântulas mais vigorosas.

Maciel *et al.* (2003) obtiveram resultados contrários aos deste estudo, em experimentos com cobertura do solo com palha de capim-braquiária. Essa cobertura do solo, associada à irrigação superficial, reduziu significativamente o índice de velocidade de emergência de soja.

Também Ducca & Zonetti (2008), em experimentos em laboratório com extratos da planta de aveia preta, aos 30 e 60 dias, observaram que esses diminuíram o índice de velocidade de germinação de sementes de soja e mostraram que essa espécie pode atrasar o processo germinativo da cultura, o que também foi observado neste experimento.

A velocidade de emergência (VE) não foi afetada pela quantidade de palha colocada sobre o solo. Entretanto, quando se analisa o tipo de cobertura, observa-se maior velocidade para aveia preta quando comparada com consórcio.

Também os resultados encontrados por Maguire (1962) indicaram que a cobertura com consórcio beneficiou a velocidade de germinação da cultura da soja, assim como observado nesse experimento.

Porém, diferentemente, Bortolini & Fortes (2005) verificaram diminuição na velocidade de germinação das sementes de soja expostas ao extrato aquoso de aveia preta, em experimentos realizados em laboratório. Já Piccolo (2008) obteve resultados semelhantes em campo, em que se averiguou alteração na VE das plântulas de soja submetidas às coberturas vegetais de aveia preta e consórcio de aveia preta, nabo forrageiro e ervilhaca comum, sem variação da quantidade de palha.

Segundo Marcos Filho (1999), existe relação direta entre a velocidade de a germinação e o vigor das sementes, assim, as sementes que apresentam maior velocidade de germinação são mais vigorosas.

De acordo com a Embrapa (2008), os períodos mais afetados pela disponibilidade da água são a germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de boa uniformidade na população de plantas. Destaca-se ainda que, a semente de soja precisa absorver, no mínimo, 50 % do seu peso em água para que ocorra boa germinação. Nesse período, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85 % do total máximo de água disponível e nem ser inferior a 50 %, pois os dois casos podem ser prejudiciais. Neste experimento, a quantidade de água disponível para a emergência das plântulas foi suficiente, como consta na Figura I.1.

A necessidade de água na cultura da soja aumenta com o desenvolvimento da planta e atinge o máximo durante a floração/enchimento dos grãos, sendo de aproximadamente 7 a 8 mm por dia, mas, há um decréscimo após esse período (EMBRAPA, 2008).

Na Tabela II.3 são apresentados os resultados da análise de variância de altura de plantas de soja, em três avaliações mensais (30, 60 e 90 dias após a semeadura), submetidas aos tratamentos de cobertura vegetal.

**Tabela II.3** Resumo da análise de variância dos dados de altura de plantas de soja em três avaliações mensais (30, 60 e 90 dias), cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Avaliações (Dias)	Parâmetros	F	Média geral (m)	Coefficiente de variação (%)
30	Testemunha versus fatores	0,43 <sup>ns</sup>	0,44	7,1
	Cobertura	17,66 *		
	Quantidade de palha	12,62 *		
	Cobertura x quantidade de palha	0,31 <sup>ns</sup>		
60	Testemunha versus fatores	3,62 <sup>ns</sup>	0,98	14,7
	Cobertura	1,28 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	4,99 *		
	Cobertura x quantidade de palha	4,56 *		
	Cobertura d. quantidade de palha (1)	2,56 <sup>ns</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (2)	0,82 <sup>ns</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (3)	7,01 *		
	Quantidade de palha d. cobertura (1)	1,03 <sup>ns</sup>		
Quantidade de palha d. cobertura (2)	8,52 *			
90	Testemunha versus fatores	0,04 <sup>ns</sup>	1,11	15,9
	Cobertura	0,06 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	1,17 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,44 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade

Observa-se que, os valores de F foram significativos apenas para os fatores cobertura e quantidade de palha aos 30 dias; quantidade de palha, interação, cobertura dentro de quantidade de palha (3) e quantidade de palha dentro de cobertura (2) aos 60 dias. Aos 90 dias após emergência, nenhum dos valores de F foi significativo. Os

coeficientes de variação foram considerados baixos e médios, o que indica pouca dispersão dos dados, ou seja, os dados são homogêneos de acordo com Gomes (2000).

Ao se observar o fator cobertura, percebe-se que apenas aos 30 dias após a semeadura da soja é que houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que, sob o consórcio, as plantas apresentaram as maiores medidas de altura (Tabela II.4).

**Tabela II.4** Altura de plantas (m) de soja, em três avaliações mensais (30, 60 e 90 dias) cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008

Tratamento		Dias após semeadura		
		30	60	90
Cobertura	Aveia preta	0,42 b	0,99 a	1,12 a
	Consórcio	0,47 a	0,93 a	1,10 a
Quantidade de palha	Normal	0,42 b	1,01 a	1,06 a
	Metade	0,44 b	1,02 a	1,09 a
	Dobro	0,48 a	0,84 b	1,18 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Para o fator quantidade de palha, verifica-se diferença estatística aos 30 e 60 dias após semeadura. Aos 30 dias, observa-se que as maiores medidas de altura encontram-se sob consórcio (quantidade dobro). Aos 60 dias, os valores se invertem, sendo o consórcio (quantidade dobro) o que apresentou as menores medidas de altura de plantas de soja. Aos 90 dias, todas as médias de altura se igualam (Tabela II.4), o que indica que os tratamentos não interferem na altura final das plantas.

Segundo dados de COODETEC (2009), a altura média atingida pela variedade CD 202, no Paraná, é de 80 cm aproximadamente. As plantas cultivadas sob todos os tratamentos atingiram valores superiores à média da variedade para a região.

Assim como os resultados encontrados por Brandt *et al.* (2006), a altura de planta de soja não diferiu estatisticamente entre as coberturas vegetais estudadas.

Diferente de Lopes *et al.* (2007) que, ao observarem o comportamento de coberturas, verificaram que os maiores valores para altura de plantas de soja foram obtidos nas parcelas com as coberturas aveia solteira, aveia + nabo forrageiro, aveia + tremoço e aveia + milheto.

O desejado, de acordo com Garcia *et al.* (2007), é que as plantas de soja atinjam no mínimo 60 cm de altura por ocasião da maturação, para que não interfira na colheita e diminua assim a perda de grãos, fato observado no presente experimento, em que as plantas sob todos os tratamentos ficaram acima de 1 m de altura.

De acordo com Souza Filho & Alves (2002 b), o agente alelopático influencia principalmente no tamanho e peso do organismo atingido. A divisão e o alongamento celular podem ser o ponto de partida para ação desses agentes.

Resultados encontrados por Nóbrega *et al.* (2009) mostraram menor desenvolvimento sob as coberturas vegetais estudadas. Entretanto, tal ação no desenvolvimento de planta não foi observada no presente experimento, visto que não houve diferença entre a testemunha e os tratamentos, como pode ser confirmado na Tabela II.5.

Na Tabela II.5 são apresentados os valores referentes ao desdobramento dos fatores quantidade de palha e cobertura, na avaliação aos 60 dias após a semeadura.

**Tabela II.5** Médias do desdobramento dos parâmetros quantidade de palha e cobertura para altura (m) de soja avaliada aos 60 dias após semeadura. Catanduvas, PR, 2008

Quantidade de palha	Aveia preta	Consórcio
Normal	0,94 Aa	1,08 Aa
Metade	1,06 Aa	0,98 Aa
Dobro	0,96 Aa	0,72 Bb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Verifica-se que, para aveia preta, não houve diferença entre as quantidades de palha, já para o consórcio, observa-se que a quantidade de palha dobro acarretou redução na altura de planta de soja.

Ao serem analisadas as quantidades de palha dentro de cada cobertura, constata-se que, apenas a quantidade dobro apresentou diferença estatística entre as coberturas, ocorrendo redução da altura de planta quando cultivada sob consórcio. Possivelmente, a maior quantidade de massa sobre o solo pode ter afetado o desenvolvimento da soja e reduzido sua altura.

Na Tabela II.6 é apresentado o resultado da análise de variância de produtividade da soja cultivada sob coberturas vegetais.

Pode-se verificar que os valores de F foram significativos para testemunha. Isso indica que essa diferiu dos demais tratamentos e também o foram para os fatores cobertura, quantidade de palha, interação, cobertura dentro da quantidade de palha (1), quantidade de palha dentro de cobertura (2).

O coeficiente de variação ficou abaixo de 20%, sendo os dados considerados de média homogeneidade, segundo Gomes (2000), como pode ser verificado na Tabela II.6.



**Tabela II.6** Resumo da análise de variância dos dados de produtividade de soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Parâmetros	F	Média geral (kg ha <sup>-1</sup> )	Coefficiente de variação (%)
Testemunha versus fatores	7,99 *		
Cobertura	9,33 *		
Quantidade de palha	3,70 *		
Cobertura x quantidade de palha	3,69 *		
Cobertura d. quantidade de palha (1)	12,86 *	3640	11,4
Cobertura d. quantidade de palha (2)	0,06 <sup>ns</sup>		
Cobertura de quantidade de palha (3)	3,79 <sup>ns</sup>		
Quantidade de palha d. cobertura (1)	3,22 <sup>ns</sup>		
Quantidade de palha d. cobertura (2)	4,17 *		

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade

Na Tabela II.7 são apresentadas as médias referentes ao desdobramento dos dados de produtividade da soja, cultivada sob tratamentos de cobertura vegetal. Pela comparação das coberturas entre si, observa-se que, sob consórcio, obteve-se maior produtividade do que sob aveia preta. Entre as quantidades de palha, verifica-se maior produtividade para a quantidade normal.

**Tabela II.7** Médias do desdobramento dos dados de produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008.

Quantidade de palha	Cobertura		Média
	Aveia preta	Consórcio	
Normal	3284 Bab	4225 Aa	3755 a
Metade	3680 Aa	3616 Aab	3648 ab
Dobro	3019 Ab	3530 Ab	3274 b
Média	3328 B	3790 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Pela análise das quantidades de palha dentro da cobertura aveia preta, verifica-se maior produtividade na quantidade metade. Porém, dentro de consórcio, o maior valor foi obtido sob a quantidade de palha normal. Ao se comparar com os resultados obtidos para altura de plantas, pode-se confirmar que plantas mais desenvolvidas são as mais produtivas.

Ao serem consideradas as coberturas dentro de cada quantidade de palha, observa-se diferença significativa apenas na quantidade normal, sendo maior a produtividade quando cultivada sob consórcio. Pode-se inferir então que, a maior produtividade de soja foi obtida quando cultivada sob consórcio, na quantidade de palha 18,42 t ha<sup>-1</sup>.

De acordo com o IBGE (2009) e a CONAB (2009), a produtividade nacional da soja foi de 2816 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2007/2008, sendo inferior à obtida neste experimento. Já para o Estado do Paraná, segundo a SEAB (2009), foi de 3023 kg ha<sup>-1</sup>, maior apenas que o tratamento referente à aveia preta, na quantidade de palha dobro (36, 84 t ha<sup>-1</sup>). Os demais foram superiores à média do Estado. E, segundo a CONAB (2009), a produção foi de 2991 kg ha<sup>-1</sup>, inferior a todos os resultados obtidos neste experimento.

Para a região do Município de Catanduvas, o rendimento da soja foi de 3491 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2009), ou seja, maior que os valores obtidos para o tratamento com cobertura de aveia preta nas quantidades de palha normal (6,62 t ha<sup>-1</sup>) e dobro (13,34 t ha<sup>-1</sup>) e inferior aos tratamentos com consórcio, pode-se inferir que, o uso desse aumentou consideravelmente a produtividade da soja na região.

Após as culturas de trigo, aveia branca e aveia preta, a soja apresentou valores maiores que os obtidos no tratamento em pousio, apesar de não se observar diferença significativa, como observaram Kubo *et al.* (2007). Tal diferença, destacaram os autores, pode estar relacionada com a reciclagem de nutrientes, a qual pode ter influenciado na maior disponibilidade desses para a cultura. Houve também maior produção de matéria seca das culturas de inverno em relação ao pousio.

Carvalho *et al.* (2004), ao estudarem adubos verdes na primavera, verificaram que esses não influenciaram a produtividade da soja em sucessão, tanto quanto deixados sobre o solo, sob plantio direto, como quando incorporados sob sistema preparo convencional.

Vidal *et al.* (1998) não observaram influência dos resíduos culturais sobre o rendimento da cultura da soja, sendo estudada a sucessão trigo-soja nos Estados Unidos e aveia-soja no Brasil. Lopes *et al.* (2007), ao avaliarem plantas de cobertura na rotação de cultura, observaram que a sequência aveia + milho apresentou maior produtividade para soja, (3780 kg ha<sup>-1</sup>), portanto, diferiu das demais, principalmente de aveia + ervilhaca (2810 kg ha<sup>-1</sup>). Brandt *et al.*, (2006) verificaram maior produtividade de soja quando foi obtida dos sistemas de rotação de culturas arroz/sorgo/arroz/feijão/milho/soja e soja/trigo/soja/milho/milho/soja, principalmente quando comparados com a monocultura.

Assim como Constantin *et al.* (2007) observaram que, para períodos de interferência iguais ou superiores a 14 dias, houve redução significativa da produtividade de soja, cultivar CD 202, quando compararam os tratamentos com a testemunha. Essa redução variou de 16,8% na convivência por 14 dias após a emergência da soja, a 28,0%, quando a convivência ocorreu por todo o ciclo da cultura.

Na cultura do milho, as consorciações de uma gramínea com uma espécie das famílias das leguminosas ou das brássicas, no período de inverno, de forma geral, aumentaram o rendimento em comparação ao uso de aveia preta em cultivo isolado, sem, entretanto, reduzir a quantidade de resíduos culturais no sistema plantio direto (SILVA *et al.*, 2007 *b*).

Silva *et al.* (2007 *a*) concluíram que, em todos os sistemas consorciados estudados, o nabo forrageiro foi a espécie que mais contribuiu no rendimento total de matéria seca da parte aérea das espécies de cobertura de solo. E, nos consórcios entre aveia preta e nabo forrageiro, o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão foi maior à medida em que aumentou a proporção de nabo forrageiro no consórcio.

Na Tabela II.8, encontra-se o resumo da análise de variância referente à porcentagem de germinação das sementes de soja colhidas sob tratamentos com cobertura vegetal. Observa-se que os valores de F não foram significativos para todos os parâmetros analisados, inclusive para testemunha, indicando que essa não diferiu dos demais tratamentos.

**Tabela II.8** Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de germinação de sementes de soja colhida cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Plântulas	Parâmetros	F	Média geral (%)	Coefficiente de variação (%)
Normais	Testemunha versus fatores	1,79 <sup>ns</sup>	91	6,6
	Cobertura	0,59 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	2,09 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,28 <sup>ns</sup>		
Anormais	Testemunha versus fatores	0,08 <sup>ns</sup>	1	34,5
	Cobertura	0,00 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	1,02 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	2,29 <sup>ns</sup>		
Sementes Mortas	Testemunha versus fatores	1,98 <sup>ns</sup>	8	26,5
	Cobertura	0,55 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	1,77 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	0,91 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo

O coeficiente de variação ficou abaixo de 10 % para plântulas normais, e os dados podem ser considerados médios, ou seja, com baixa dispersão. Já para plântulas anormais e sementes mortas, o coeficiente de variação ficou acima de 20 %. Assim, podem-se considerar os dados com pouca homogeneidade (GOMES, 2000).

Na Tabela II.9 são apresentados os valores referentes à porcentagem de germinação da soja colhida sob tratamentos com coberturas vegetais.

**Tabela II.9** Porcentagem de germinação de plântulas normais, anormais e sementes mortas de soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008.

Tratamento	Normais	Anormais	Mortas
<b>Cobertura</b>			
Aveia preta	91 a	8 a	1 a
Consórcio	92 a	8 a	0 a
<b>Quantidade de palha</b>			
Normal	94 a	6 a	0 a
Metade	90 a	9 a	1 a
Dobro	91 a	8 a	1 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 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  $\arccoseno\sqrt{\frac{x}{100}}$

Verifica-se que não houve diferença significativa entre os parâmetros analisados, ou seja, cobertura e quantidade de palha, para plântulas normais, anormais e mortas (Tabela II.9).

Segundo a Embrapa (2000), a porcentagem de germinação mínima de plântulas normais para soja, no Paraná, é de 80%, sendo que todos os tratamentos analisados neste experimento tiveram porcentagem de germinação igual ou superior a 90%, dentro dos padrões recomendados.

Em experimentos em laboratório, Correia; Centurion & Alves (2005) observaram que a germinação de plântulas de soja não foi afetada pelos extratos de folhas, caules e raízes de sorgo, de cinco híbridos graníferos cultivados em condições de campo. Entretanto, Tokura & Nóbrega (2005) observaram, em laboratório, com as mesmas espécies de cobertura usadas neste experimento, efeito negativo sobre o crescimento da radícula de milho, assim como a parte aérea e massa seca das plântulas.

Ducca & Zonetti (2008), estudando o extrato aquoso de aveia preta em laboratório, da planta aos 30 e 60 dias, concluíram que o mesmo não influenciou na porcentagem de germinação de sementes de soja, assim como ocorreu neste experimento. Nóbrega *et al.* (2009), ao analisarem as mesmas plantas de cobertura utilizadas neste experimento, solteiras e consorciadas em laboratório, já observaram que tais plantas afetaram negativamente a germinação de sementes de soja, independente da concentração dos extratos, o que indica possível efeito alelopático.

Almeida (1991), estudando os resíduos vegetais que formam a cobertura morta no sistema plantio direto, concluiu que há presença de aleloquímicos nos resíduos, e isso pode ser comprovado pela extração dos mesmos com água e uso do extrato como umidificante no teste de germinação de sementes, em laboratório.

Na Tabela II.10 é apresentado o resumo da análise de variância referente ao teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja colhida sob os tratamentos com cobertura vegetal.

**Tabela II.10** Resumo da análise de variância determinada pelo teste de porcentagem de envelhecimento acelerado de sementes de soja colhida cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Plântulas	Parâmetros	F	Média geral (%)	Coefficiente de variação (%)
Normais	Testemunha versus fatores	2,51 <sup>ns</sup>	80	6,3
	Cobertura	4,54 <sup>*</sup>		
	Quantidade de palha	0,24 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	5,86 <sup>*</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (1)	2,59 <sup>ns</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (2)	11,83 <sup>*</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (3)	1,84 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha d. cobertura (1)	2,09 <sup>ns</sup>		
Quantidade de palha d. cobertura (2)	4,01 <sup>*</sup>			
Anormais	Testemunha versus fatores	2,48 <sup>ns</sup>	11	19,9
	Cobertura	4,28 <sup>*</sup>		
	Quantidade de palha	2,68 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,27 <sup>ns</sup>		
Sementes Mortas	Testemunha versus fatores	0,23 <sup>ns</sup>	9	19,5
	Cobertura	0,93 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	2,87 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	6,37 <sup>*</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (1)	1,31 <sup>ns</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (2)	7,49 <sup>*</sup>		
	Cobertura d. quantidade de palha (3)	4,88 <sup>*</sup>		
	Quantidade de palha d. cobertura (1)	7,36 <sup>*</sup>		
Quantidade de palha d. cobertura (2)	1,89 <sup>ns</sup>			

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade

Pode-se observar que os valores de F foram significativos para os fatores cobertura, interação, cobertura dentro de quantidade de palha (2), quantidade de palha dentro de cobertura (2) para plântulas normais de soja. Para plântulas anormais, foi significativo apenas para o fator cobertura. E, para sementes mortas, foi significativo para interação, cobertura dentro de quantidade de palha (2), cobertura dentro de quantidade de palha (3) e quantidade de palha dentro de cobertura (1). Os valores de F não foram significativos para testemunha, indicando que não houve diferença estatística dessa com os demais tratamentos. Os coeficientes de variação ficaram abaixo de 20 %, sendo os dados considerados médios, de acordo com Gomes (2000).

Ao se analisar o fator cobertura, verifica-se que houve redução na germinação de plântulas normais quando cultivadas sob consórcio e também maior porcentagem de plântulas anormais, como pode ser observado na Tabela II.11.

**Tabela II.11** Vigor determinado pelo teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de soja colhida, cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008.

	Tratamento	Normais	Anormais	Mortas
Cobertura	Aveia preta	80 a	11 b	9 a
	Consórcio	76 b	14 a	10 a
Quantidade de palha	Normal	80 a	13 a	7 a
	Metade	77 a	14 a	9 a
	Dobro	79 a	10 a	11 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 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

$$\arcseno \sqrt{\frac{x}{100}}$$

Para sementes mortas, assim como para o fator quantidade de palha, não houve diferença significativa.

O termo vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente (MARCOS FILHO, 1999). Para Marcos Filho *et al.* (1987), o teste de vigor tem por finalidade identificar possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes com poder germinativo semelhantes, de maneira a completarem-se as informações obtidas com o teste de germinação, como pode ser observado neste experimento, em que, a germinação não apresentou diferença significativa. No entanto, aos se avaliar o vigor das mesmas, é perceptível que esse foi afetado por algum fator.

O teste de envelhecimento tem como base a deterioração das sementes, acelerada por temperatura e umidade adversas. Assim, as amostras com baixo vigor, quando expostas a tais condições, apresentam maior queda de sua viabilidade; as sementes mais vigorosas são menos afetadas e apresentam maior capacidade de produzir plântulas normais (MARCOS FILHO *et al.*, 1987).

O referido teste simula condições de estresse nas sementes, gera alta taxa de respiração e consumo das reservas disponíveis e acelera os processos metabólicos que levam à deterioração das sementes (PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA; PEIXOTO, 2007). Egli e Tekrony (1995) *apud* MARCOS FILHO (1999) relataram que lotes com valor superior a 80 % no teste de envelhecimento acelerado têm grande chances de apresentarem boa emergência de plântulas em campo dentro de condições ambientais razoáveis. Os tratamentos com aveia preta e quantidade normal foram os únicos que obtiveram 80 % de germinação, os demais apresentaram porcentagem abaixo do recomendado.

Na Tabela II.12 são apresentadas as médias referentes ao desdobramento dos dados de envelhecimento acelerado de soja colhida, cultivada sob tratamentos com

cobertura vegetal. Considerando as quantidades de palha dentro de cobertura para plântulas normais de soja, verifica-se que, para aveia preta, não houve diferença significativa na porcentagem de germinação. Já para o consórcio, houve redução quando cultivada sob a quantidade de palha metade.

**Tabela II.12** Médias do desdobramento de envelhecimento acelerado (%) de plântulas normais e sementes mortas de soja colhida, cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008.

	Quantidade de palha	Aveia preta	Consórcio
Plântulas normais	Normal	82 Aa	76 Aab
	Metade	83 Aa	71 Bb
	Dobro	77 Aa	81 Aa
Sementes Mortas	Normal	6 Ab	8 Aa
	Metade	6 Bb	12 Aa
	Dobro	14 Aa	9 Ba

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey 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  $\arccoseno\sqrt{\frac{x}{100}}$

Para as coberturas dentro das quantidades de palha, verifica-se diferença significativa apenas para quantidade metade, pois apresentam menor porcentagem de plântulas normais quando cultivadas sob consórcio.

Ao serem consideradas as sementes mortas, as quantidades de palha apresentaram diferença significativa apenas para aveia preta, em que se observa maior porcentagem de sementes mortas quando cultivadas sob a quantidade dobro. Porém, para o consórcio não houve diferença significativa.

A partir da análise das coberturas, dentro de cada quantidade de palha, pôde-se verificar que, para as quantidades normal e metade, houve maior porcentagem de sementes mortas quando cultivadas sob consórcio. Para a quantidade dobro não houve diferença estatística.

De acordo com Mayer & Poljakoff-Mayber (1989), o alto vigor assim como a boa porcentagem no teste de germinação, também é necessário, porque as plântulas precisam ter capacidade para emergir, desenvolver e estabelecer-se em condições de campo. E, como pode ser observado no desdobramento abaixo, os tratamentos com aveia preta dobro e consórcio normal e metade não atingiram o mínimo de 80 % exigido para plântulas normais (Egli; Tekrony, 1995 *apud* MARCOS FILHO, 1999). Isto pode significar que as sementes colhidas sob esses tratamentos não garantirão emergência satisfatória, podendo prejudicar o estande final. Conseqüentemente, ocorrerá diminuição do rendimento.

Na Tabela II.13 são apresentados os resultados da análise de variância referentes à pureza de soja colhida, cultivada sob tratamentos com cobertura vegetal.

**Tabela II.13** Resumo da análise de variância dos dados de pureza de sementes de soja colhida, cultivadas sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Sementes	Parâmetros	F	Média geral (%)	Coefficiente de variação (%)
Puras	Testemunha versus fatores	4,47 *	88,31	1,9
	Cobertura	38,15 *		
	Quantidade de palha	2,08 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	0,15 <sup>ns</sup>		
Ardidas	Testemunha versus fatores	3,82 <sup>ns</sup>	7,62	20,7
	Cobertura	32,68 *		
	Quantidade de palha	0,04 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	1,80 <sup>ns</sup>		
Chochas	Testemunha versus fatores	0,36 <sup>ns</sup>	4,12	40,5
	Cobertura	0,23 <sup>ns</sup>		
	Quantidade de palha	0,59 <sup>ns</sup>		
	Cobertura x quantidade de palha	0,50 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade.

Os valores de F foram significativos apenas para a testemunha, a cobertura referente às sementes puras e para cobertura quanto às sementes ardidadas. O coeficiente de variação para sementes puras ficou abaixo de 20 %, assim podem-se considerar os dados como homogêneos. Para sementes ardidadas, o coeficiente de variação ficou entre 20 e 30 %, classificados como alto. E, para sementes chochas, o resultado ficou acima de 30 %, classificado como muito alto (GOMES, 2000).

Na Tabela II.14, encontram-se as médias referentes à pureza de sementes de soja colhida, cultivada sob tratamentos com cobertura vegetal. Foram apresentados os dados referentes apenas às sementes puras, chochas e ardidadas porque as demais classificações não foram expressivas.

**Tabela II.14** Porcentagem de pureza das sementes de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008

Tratamento		Puras	Ardidas	Chochas
Cobertura	Aveia preta	86,69 b	9,06 a	4,34 a
	Consórcio	90,41 a	5,76 b	4,04 a
Quantidade De palha	Normal	88,91 a	7,38 a	4,05 a
	Metade	87,68 a	7,52 a	4,65 a
	Dobro	89,05 a	7,33 a	3,88 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Considerando o fator cobertura, observa-se que o consórcio apresentou a maior porcentagem de sementes puras e a menor porcentagem de sementes ardidadas, talvez



por ter proporcionado maior controle de outras espécies durante o desenvolvimento da soja. Para sementes chochas, assim como para o fator quantidade de palha, não houve diferença significativa. As sementes ardidadas foram devido à chuva e talvez a palhada de aveia preta tenha proporcionado um ambiente com maior umidade e prejudicado a qualidade das sementes.

De acordo com Marcos Filho; Cícero & Silva (1987), a pureza é uma característica que reflete a composição física ou mecânica de um lote de sementes. Assim, esse teste visa identificar diferentes espécies de sementes, os materiais inertes presentes, bem como determinar a proporção desses constituintes, assim como foi realizado neste experimento.

A porcentagem de pureza física para sementes fiscalizadas no Estado do Paraná, segundo a Embrapa (2008), é de 99 %. Contudo, neste trabalho, nenhum dos tratamentos avaliados alcançou o valor exigido, pois apresentou grande quantidade de sementes chochas e ardidadas. Isso se deve, principalmente, ao fato de que, no período de colheita, ocorreu grande precipitação pluviométrica, como pode ser observado na Figura I.1, o que prejudicou a qualidade das sementes.

Segundo a Embrapa (2000), a colheita é a fase mais crítica da produção, pois nela podem ser perdidas todas as técnicas aplicadas na produção de sementes, assim como arruinar a qualidade das mesmas.

Na Tabela II.15, é apresentado o resultado da análise de variância dos dados de massa de 100 sementes de soja colhida e cultivada sob tratamentos com cobertura vegetal.

**Tabela II.15** Resumo da análise de variância dos dados de massa de 100 sementes de soja colhida, cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Parâmetros	F	Média geral (g)	Coefficiente de variação (%)
Testemunha versus fatores	4,48 *		
Cobertura	2,29 <sup>ns</sup>		
Quantidade de palha	4,24 *		
Cobertura x Quantidade de palha	4,31 *		
Cobertura d. quantidade de palha (1)	9,74 *	17,08	2,5
Cobertura d. quantidade de palha (2)	0,23 <sup>ns</sup>		
Cobertura d. quantidade de palha (3)	0,95 <sup>ns</sup>		
Quantidade de palha d. de cobertura (1)	8,11 *		
Quantidade de palha d. de cobertura (2)	0,44 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo; \* = significativo a 5 % de probabilidade

O valor de F foi significativo para testemunha, indicando que essa diferiu dos demais tratamentos. Também o foi para o fator quantidade de palha, para interação, cobertura dentro de quantidade de palha (1), quantidade de palha dentro de cobertura

(1). O coeficiente de variação foi baixo e os dados considerados homogêneos, de acordo com Gomes (2000).

Verifica-se que não houve diferença significativa entre as coberturas. Já para quantidade de palha, a quantidade dobro apresentou a menor massa de 100 sementes (Tabela II.16).

**Tabela II.16** Médias do desdobramento de massa de 100 sementes (g) de soja cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha - Catanduvas, PR, 2008

Quantidade de palha	Cobertura		Média
	Aveia preta	Consórcio	
Normal	17,66 Aa	16,82 Ba	17,24 a
Metade	17,17 Aab	17,05 Aa	17,11 ab
Dobro	16,58 Ab	16,84 Aa	16,71 b
Média	17,14 A	16,90 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Ao serem consideradas as quantidades de palha dentro das coberturas, observa-se que, para aveia preta, a quantidade dobro apresentou a menor massa de 100 sementes; porém, para consórcio não houve diferença significativa. A análise das coberturas dentro de cada quantidade de palha mostra que houve diferença significativa apenas na quantidade normal de palha e as demais não diferiram entre si.

O tratamento que apresentou maior massa de 100 sementes foi aveia preta na quantidade de palha normal. Este tratamento não foi o que apresentou maior produtividade (consórcio quantidade normal), e nem a maior altura de plantas, já que não houve diferença significativa na altura final das plantas de soja. Como a variável massa de 100 sementes é um parâmetro para estimativa do vigor da semente, fica evidenciado que a qualidade da semente não está diretamente relacionada com a produtividade.

A massa de 100 sementes está relacionada ao teor de água das sementes e pode ser utilizada para calcular a densidade de semeadura, o peso da amostra que vai ser trabalhada, a análise de pureza e também está relacionada com a maturidade e sanidade das sementes (MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987). O valor médio para massa de 100 sementes de soja da cultivar CD 202 varia de 12,4 a 16,4 g de acordo com os dados da Coodetec (2009), sendo inferiores aos encontrados em todos os tratamentos analisados. Em corroboração, Lopes *et al.* (2007) observaram que os valores da massa de 100 sementes de soja diferiram estatisticamente entre os tratamentos com plantas de cobertura (aveia, nabo, ervilhaca, ervilha, milheto e tremoço) e pousio. Verificaram também que as parcelas sob aveia solteira e aveia + milheto e aveia + tremoço foram as que apresentaram os maiores valores.

Santos, Lhamby & Spera (2006) ressaltaram que, a soja mostrou menor massa de 100 sementes, em relação à soja cultivada sob rotação de culturas, quando comparada com a monocultura. Quanto à interferência das plantas invasoras, a massa de 100 sementes de soja não foi afetada quando cultivada em condições de baixa infestação, com até 49 dias de convivência com a comunidade infestante. O efeito foi significativo apenas quando a cultura conviveu durante todo o ciclo com a comunidade infestante (SILVA *et al.*, 2008).

Na Tabela II.17 encontram-se os resultados da análise de variância dos dados referentes ao teor de água de soja colhida, cultivada sob tratamentos com cobertura vegetal.

**Tabela II.17** Resumo da análise de variância dos dados de teor de água de soja colhida, cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Parâmetros	F	Média geral (%)	Coefficiente de variação (%)
Testemunha versus fatores	0,02 <sup>ns</sup>		
Cobertura	1,08 <sup>ns</sup>	13,42	2,7
Quantidade de palha	2,07 <sup>ns</sup>		
Cobertura x quantidade de palha	0,46 <sup>ns</sup>		

ns = não significativo

Observa-se que o valor de F não foi significativo para os parâmetros analisados. O coeficiente de variação ficou abaixo de 10 % e os dados foram considerados homogêneos de acordo com Gomes (2000).

Na Tabela II.18 pode-se observar que não houve diferença significativa nos parâmetros analisados, ou seja, não houve variação do teor de água. Sendo assim, pode-se concluir que esse não interferiu na massa de 100 sementes nem na produtividade dos tratamentos estudados.

**Tabela II.18** Teor de água (%) de sementes de soja colhida cultivada sob coberturas vegetais e quantidades de palha

Tratamento		Teor de água
Cobertura	Aveia preta	13,35 a
	Consórcio	13,49 a
Quantidade De palha	Normal	13,46 a
	Metade	13,57 a
	Dobro	13,24 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

O teor de água em uma semente influencia seu comportamento em diferentes situações. A atividade fisiológica da semente depende do teor de água, sendo assim, conhecê-lo é importante para escolher o procedimento adequado de colheita, secagem, beneficiamento e também armazenamento das mesmas. O teor de água é importante

também para a comercialização, pois está diretamente relacionado com o peso do material adquirido (MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987).

Mayer & Poljakoff-Mayber (1989) também concordam que o teor de água é um fator de extrema importância a ser observado na colheita, pois pode causar grandes prejuízos à semente e à sua capacidade de germinar. O teor de água determinará também sua longevidade durante a armazenagem.

A maioria dos trabalhos referentes à produtividade das culturas relacionadas com a utilização de plantas de cobertura e com o sistema plantio direto não relatam resultados e pesquisas com informações sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas nessas condições (NUNES *et al.*, 2007).

Assim, trabalhos como este podem subsidiar pesquisas futuras nesta área.

## II.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados, de forma geral, aponta que os tratamentos não influenciaram nos parâmetros IVE, VE e altura final das plantas, mas aumentaram a produtividade de soja, principalmente quando cultivada sob consórcio na quantidade de palha normal produzida.

Para a qualidade de sementes de soja colhida, observou-se que os tratamentos não interferiram na porcentagem de germinação nem no teor de água, entretanto, diminuíram a porcentagem de plântulas normais de soja quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, mas não diferiram da testemunha, logo, não se pode inferir que foi influência das coberturas.

Também se observa que, a pureza das sementes foi menor quando submetida ao cultivo sob aveia preta, o qual diferiu da testemunha apenas para sementes puras. No caso das sementes ardidas e chochas que não diferiram da testemunha, isso pode ter ocorrido pelo excesso de chuva na colheita.

Os tratamentos analisados influenciaram a massa de 100 sementes de soja e verificou-se a maior massa quando cultivada sob aveia preta, ou seja, o tratamento proporcionou maior acúmulo de massa seca.

Por conseguinte, essas espécies podem ser indicadas como alternativa para cobertura de inverno, na rotação de culturas com a soja, sem prejuízo à produtividade e qualidade de sementes e, a partir dos resultados referentes a uma safra, ressalta-se a necessidade de estudos com maiores períodos para confirmação dos resultados.

## **II. 6 CONCLUSÕES**

Nas condições em que foi realizado este experimento, pode-se inferir que a altura e produtividade de soja não foram prejudicadas pela presença das coberturas, nem das quantidades de palha, ao contrário, observou-se aumento da produtividade quando cultivada sob consórcio.

E quanto à qualidade das sementes colhidas, fica a necessidade de maiores estudos em relação ao vigor dessas, pela baixa porcentagem de germinação obtida após a exposição a condições adversas, que neste caso, entretanto, pode ter sido ocasionada pelas condições de excesso de chuva na colheita. Os demais parâmetros não foram afetados significativamente.

## II. 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. Circular 53. 60 p.

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, P. 221-236, 1991.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992, 365 p.

CAAMAL-MALDONADO, J. A.; JIMÉNEZ-OSORNIO, J. J.; TORRES-BARRAGÁN, A.; ANAYA, A. L. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n.1, p. 27-36, 2001.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. Cap. 1. p. 1-119. *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, 346 p.

CALEGARI, A.; HECKLER, J. C.; SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. A. Culturas, sucessões e rotações. Cap. 5. p. 60-80. *In*: Salton, J. C. **Sistema plantio direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa – SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998, 248 p.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148, 2004.

COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S. Organismos do solo e atividade microbiana no plantio direto. Cap.4. p. 39-53. *In*: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Indicadores da agropecuária. Ano XVIII, n. 1. Brasília: Conab, 2009. 64 p.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CAVALIERI, S. D.; ARANTES, J. G. Z.; ALONSO, D. G.; ROSO, A. C. Estimativa do período que antecede a interferência de plantas daninhas na cultura da soja, var. Coodetec 202, por meio de testemunhas duplas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 231-237, 2007.

COODETEC. **Soja CD 202**. Disponível em: [http://www.coodetec.com.br/php/detalhes\\_cultivar.php?id=20](http://www.coodetec.com.br/php/detalhes_cultivar.php?id=20). Acesso em: 25 de fevereiro de 2009.

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.

DUCCA, F.; ZONETTI, P. C. Efeito alelopático do extrato aquoso de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) na germinação e desenvolvimento da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, n.1, p. 101- 109, 2008.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. **Noções sobre alelopatia**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28 p.

EMBRAPA SOJA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja**. Região central do Brasil. Londrina: Embrapa soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280 p.

EMBRAPA SOJA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa soja, 2000. CD-ROM.

EMBRAPA SOJA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia da produção da soja**. Paraná – 2006. Londrina, 2005, 208 p.

EMBRAPA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja**. Paraná 2004. Exigências climáticas. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/exigencias.htm>. Acesso em: 19 de agosto de 2008.

FARIAS, J. R.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. **Circular técnica 48**, Embrapa, ISSN 1516-7860, p. 1-9, Londrina, 2007.

FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER, 2000, 95p.

FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D.; VIDAL, R. A. Produção de sementes por picão-preto e guanxuma em função de densidades das plantas daninhas e da época de semeadura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.191-202, 2003.

FLOSS, E. L. Aveia. p. 15-47. *In*: BAIER, A. C.; FLOSS, E. L.; AUDE, M. I. S. **As lavouras de inverno**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 172 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes. **Circular Técnica 40**. Embrapa, ISSN 1516-7860, Londrina, p. 1-12, 2007.

FRANCHINI, J. C.; TORRES, E.; GONÇALVES, S. L.; SARAIVA, O. F. Contribuição dos sistemas de manejo do solo para produção sustentável da soja. **Circular técnica 46**, Embrapa, ISSN 1516-7860, p. 1-4, Londrina, 2007.

FREITAS, P. L. Sistema plantio direto: conceitos, adoção e fatores limitantes. **Comunicado Técnico 31**, Embrapa, ISSN 1517-5685, Rio de Janeiro, p. 1-9, 2005.



GARCIA, A.; PÍPOLO, A. E.; LOPES, I. O. N.; PORTUGAL, F. A. F. Instalação da lavoura de soja: épocas, cultivares, espaçamento e população de plantas. **Circular Técnica 51**, Embrapa, ISSN 1516-7860, Londrina, p. 1-12, 2007.

GONÇALVES, S. L.; GAUDENCIO, C. A.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R.; GARCIA, A. Rotação de culturas. **Circular Técnica 45**, ISSN 157860, Londrina, p. 1-10, 2007.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.3, n.1, p.23-28, 2009.

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

GROTH, D. Regras para análises de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. XIII, n.2, p. 12-14, 2009.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C. Palha. Cap. 3. p. 38-49. *In*: Salton, J. C. **Sistema plantio direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa – SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998, 248 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Prognóstico da produção agrícola nacional**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200812\\_11.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200812_11.shtm). Acesso em: 16 de janeiro de 2009.

INDERJIT. Soil: Environmental effects on allelochemical activity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n.1, p. 79-84, 2001.

ISIK, C.; KAYA, E.; NGOUAJIO, M.; MENNAN, H. Weed suppression in organic pepper (*Capsicum annuum* L.) with winter cover crops. *Crop Protection*, Oxford, v. 28, issue 4, p. 356–363, 2009.

KUBO, C. T.; MATA, J. D. V.; SILVA, M. A. G.; SENGIK, E.; MUNIZ, A. S.; NEIRO, E. S. Produtividade de soja em plantio direto em sucessão ao trigo, aveia branca, aveia preta com e sem adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 235-240, 2007.

LACERDA, A. L. S. **Fatores que afetam a maturação e qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* L.)**. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_3/Maturacao/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/Maturacao/Index.htm). Acesso em: 20 de dezembro de 2008.

LOPES, R. A. P.; PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. L.; SOUZA, E. G. Efeito de diferentes coberturas vegetais e sistemas de preparo do solo na produção da cultura da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 507-515, 2007.

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

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

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

MARCOS FILHO, J.; Teste de envelhecimento acelerado. Cap. 3. p. 1-24. *In*: KRZYŻANOWSKI, E. F. C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, 1999, 218 p.

MARTINS, G. I. **Potencial alelopático de plantas de cobertura na germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja**, 2006, 42f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Alexandra: Pergamon press, 1989. 270 p.

NEDEL, J. L. Fundamentos da qualidade de sementes. *In*: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, p. 95-138, 2003.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T. C. S.; PAVANI, M. C. M. D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

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 Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1737-1743, 2007.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. Cap. 18. p. 284-297. *In*: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**. Do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E.; PROCÓPIO, S. O.; BARROSO, A. L. L.; MENEZES, J. F. S.; LEONARDO L. M.; SOUSA, J. P. G.; VIEIRA, A. B.; ZANATTA, J. F. Potencial competitivo de cultivares de soja em relação às plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 575-581, 2005.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1974, 333 p.

RIZVI, S. J. H.; HAQUE, H.; SINGH, V. K.; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. Cap. 1. p. 3-10. *In*: Rizvi, S. J. H.; Rizvi, V. **Allelopathy: Basic and applied aspects**. Chapman & Hall, London, 1992. 480 p.

ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, A. B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. L. L.; SEDIYAMA, C. S.; PEREIRA, M. G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 1990. 76 p.

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

SANTOS, H. P. Espécies vegetais para sistema de produção no sul do Brasil. Cap. 2 p. 133-176. *In*: SANTOS, H. P.; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2003. 212 p.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.21-29, 2006.

SCHUSTER, I. **Soja e saúde**. Disponível em: <http://www.coodetec.com.br/>. Acesso em: 23 de janeiro de 2009.

SEAB. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Área e produção**: principais culturas do Paraná. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/>. Acesso em: 22 de dezembro de 2008.

SEPROTEC. **Plantas de cobertura do solo**. Disponível em: [http://www.seprotec.com.br/produtos\\_solo.asp](http://www.seprotec.com.br/produtos_solo.asp). Acesso em: 04 de julho de 2007.

SKORA NETO, F.; PASSINI, T.; RODRIGUES, B. N. Manejo de plantas daninhas. Cap. 10. p. 143-156. *In*: **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200 p.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de plantas daninhas. Cap. 1. p. 17-46. *In*: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. 367 p. (a)

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 de milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007. (b)

SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, F. A.; ASPIAZU, I.; GALON, L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: UFV, 2002, 72 p.

SOUZA FILHO, A. P.; ALVES, S. M. Mecanismos de liberação e comportamento de aleloquímicos no ambiente. Cap. 5. p. 111-129. *In*: SOUZA FILHO, A. P.; ALVES, S. M. **Alelopatia**. Princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p. (a)

SOUZA FILHO, A. P.; ALVES, S. M. Mecanismos de ação dos agentes alelopáticos. Cap. 6. p. 132-154. *In*: SOUZA FILHO, A. P.; ALVES, S. M. **Alelopatia**. Princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p. (b)

SOUZA FILHO, A. P. **Alelopatia e as plantas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 159 p.

TOKURA, L. K., NÓBREGA, L. H. P. Potencial alelopático de coberturas de inverno no desenvolvimento de plântulas de soja. **Revista Varia Scientia**. Cascavel, v. 02, n. 02, p. 19-26, 2002.

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.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Sistema para análises estatísticas. ESTAT.**  
V. 2.0. Jaboticabal: UNESP, 1991.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G.; FLECK, N. G.; BAUMAN, T. T. Palha no sistema de  
semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da  
soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 373-377, 1998.