



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUIZ ANTONIO ODENATH PENHA

**CONTROLE CULTURAL DE PLANTAS DANINHAS EM
SOJA ORGÂNICA EM PLANTIO DIRETO**

Londrina
2010

LUIZ ANTONIO ODENATH PENHA

**CONTROLE CULTURAL DE PLANTAS DANINHAS EM
SOJA ORGÂNICA EM PLANTIO DIRETO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção ao título de Doutor em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Inês Cristina de Batista Fonseca

Co-orientador: Prof. Carlos Armênio Khatounian

Londrina
2010

LUIZ ANTONIO ODENATH PENHA

**CONTROLE CULTURAL DE PLANTAS DANINHAS EM SOJA
ORGÂNICA EM PLANTIO DIRETO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção ao título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof.a Dr.a orientadora
Inês Cristina de Batista Fonseca
Universidade Estadual de Londrina

Prof. PhD Co-orientador
Carlos Armênio Khatounian
Universidade Estadual de São Paulo

Prof. Dr. José Carlos Vieira de Almeida
Universidade Estadual de Londrina

Dr. Elemar Voll
Pesq. Embrapa Soja

PhD Francisco Skora Neto
Pesq. IAPAR

Dra. Telma Passini
Pesq. IAPAR

Londrina, 25 de junho de 2010.

DEDICATÓRIA

Dedico este esforço em fazer o mundo um pouco melhor, por mais singela que seja esta colaboração, a todos os que abriram caminhos antes de mim, e a todos os que seguirão adiante na efetivação deste propósito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Vida, fonte de tudo o que existe;

Agradeço à minha orientadora Inês pelas conversas e opiniões, que desde o mestrado serviram não apenas para a tese mas também para quem a escreveu;

Ao co-orientador Armênio, que nesta oportunidade fecha um ciclo de orientação que começou ainda na graduação, e que resulta não num colega, mas um amigo de trabalho;

Aos professores da Universidade Estadual de Londrina (UEL), cujas aulas e ponderações foram se somando ao que fizemos e somos;

Aos colegas pesquisadores do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), que igualmente somaram conhecimentos e apoio;

Aos funcionários João Costa e José Soler do IAPAR, que junto a outros funcionários tornaram possível a parte prática da tese;

Aos estagiários que participaram deste processo;

À UEL, pelo curso de doutorado;

À Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (SEAB), na pessoa do chefe do N.R. Londrina, Gil Abelin, que pela minha liberação ao IAPAR possibilitou tempo para esse trabalho

Ao IAPAR, pelo apoio logístico e que possibilitou a parte prática do trabalho;

Finalmente, mas não por último, agradeço aos meus filhos, Gustavo, Mhayhuma e Anáh, fonte de inspiração e estímulo não apenas deste trabalho, mas de toda a vida.

*Não há ervas daninhas nem homens maus:
há, sim, maus cultivadores.*

Victor Hugo

PENHA, Luiz Antonio Odenath. **Controle cultural de plantas daninhas em soja orgânica em plantio direto**. 2010. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

A tese trata do controle cultural de plantas daninhas em plantio direto orgânico. Apesar de o plantio direto ter beneficiado a proteção do solo, ocorreu aumento do uso de agrotóxicos, o que significa custos maiores e impacto ambiental. A tese traz propostas para manter o benefício da conservação do solo e realizar o controle de plantas daninhas sem o uso de agrotóxicos. É apresentada uma revisão bibliográfica sobre o tema, seguida de quatro artigos científicos, nos quais se avaliam o uso de diferentes práticas culturais. Os tratamentos utilizados foram doses de composto orgânico aplicado sobre o solo na cultura da aveia, no inverno, capina na aveia, e época de fertilização. Para comparar o efeito supressivo da palha de aveia nas plantas daninhas da soja subdividiram-se as parcelas da soja em com e sem capina. Foram avaliadas a biomassa da aveia, da soja, das plantas daninhas e o rendimento da soja, todas ao final do ciclo das culturas. Os resultados do rendimento da soja foram favoráveis à aplicação antecipada de composto. Porém, a menor biomassa de daninhas ocorreu com a maior adubação no verão. A capina na aveia resultou em melhoria significativa para o rendimento da soja somente associada à máxima adubação com composto. Devido à estiagem ocorrida durante o período das avaliações, a falta de disponibilidade hídrica limitou o efeito dos tratamentos. Observou-se na soja sem capina rendimento equivalente à soja capinada em ano com melhor pluviosidade, baixa adubação e maior cobertura de aveia sobre o solo.

Palavras-chave: *Euphorbia heterophylla*. Adubação orgânica. Aveia. *Avena spp.* Cultivo orgânico.

PENHA, Luiz Antonio Odenath. **Weed cultural control in no tillage organic soybean.** 2010. 100 p. Thesis (Doutorate in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ABSTRACT

This thesis studies weed cultural control in no-till organic soybean. Despite the benefits of no-till production, it consumes more pesticides, increases costs and has a negative environmental impact. The thesis proposes to retain the benefit of soil conservation and to control weed without using pesticides. A literature review on the subject is followed by four scientific papers that evaluate different cultural managements. The treatments were the doses of a compost manure applied in winter, weed control in oat, and fertilization season. The suppressive effect of oats in soybean and weeds were evaluated by subdividing plots of soybean in weeding and without weeding. The biomass of oat, soybean, weeds and yield of soybeans were evaluated, all at the end of the crop cycle. The results were equal in soybean production weeded and no weeded for the early application of compost, with the lowest fertilization. But the lowest weed biomass occurred with higher application of compost manure in summer application. Weeding oat also resulted in greater soybean yield when associated with the biggest compost fertilization. Because of the drought that occurred in the evaluation period, the water availability determined by weather was the dominant factor. The soybean yield were similar between plots with and without weeding in years with better rainfall and increased oats' soil coverage.

Keywords: *Euphorbia heterophylla*. No-till. Organic fertilization. Oat. *Avena spp.* Organic farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07 (Fonte: IAPAR, 2009).	27
Figura 3.2 – Precipitação e indicações de manejo em 2007/08. (Fonte: IAPAR, 2009)	27
Figura 3.3 – Efeito da fertilização sobre a biomassa da aveia em 2006 e 2007.....	30
Figura 3.4 – Efeito da fertilização na aveia sobre a produtividade da soja em 2006/07.	31
Figura 3.5 – Efeito da fertilização na aveia sobre a produtividade da soja em 2007/08.	33
Figura 3.6 – Correlação entre o rendimento de soja capinada e a biomassa de palha de aveia sobre o solo, nas safras 2006/07 e 2007/08.	35
Figura 3.7 – Correlação entre o rendimento da soja sem capina e a biomassa de palha de aveia sobre o solo, nas safras 2006/07 e 2007/08.....	35
Figura 3.8 – Correlação da biomassa de aveia e do Índice de colheita aparente (ICA) da soja capinada das safras 2006/07 e 2007/08.....	36
Figura 3.9 – Correlação da biomassa de aveia e do Índice de colheita aparente (ICA) da soja sem capina das safras 2006/07 e 2007/08.	37
Figura 4.1 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07 (Fonte: IAPAR, 2009).	43
Figura 4.2 – Precipitação e indicações de manejo em 2007/08. (Fonte: IAPAR, 2009)	43
Figura 4.3 – Efeito da fertilização sobre a biomassa da aveia em 2006 e 2007.....	46
Figura 4.4 – Biomassa total e da soja por ocasião da colheita de soja 2006/07.....	47
Figura 4.5 – Biomassa total e da soja por ocasião da colheita de soja 2007/08.....	48
Figura 4.6 – Correlação da biomassa da aveia e a biomassa soja e da biomassa das plantas daninhas nas duas colheitas.	49
Figura 4.7 – Correlação da biomassa da aveia e o rendimento da soja e a biomassa das plantas daninhas nas duas colheitas.....	50
Figura 4.8 – Biomassa de leiteiro e outras plantas daninhas na colheita da soja sem capina na safra 2006/07.	51

Figura 4.9 – Biomassa de leiteiro e outras plantas daninhas na colheita da soja sem capina na safra 2007/08.	52
Figura 5.1 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07 (Fonte: IAPAR, 2009).	57
Figura 5.2 – Precipitação e indicações de manejo em 2007/08. (Fonte: IAPAR, 2009)	57
Figura 5.3 – Efeito da fertilização e capina sobre a produção de biomassa de aveia em 2006.....	60
Figura 5.4 – Efeito da fertilização e capina sobre a produção de biomassa de aveia em 2007.....	60
Figura 5.5 – Biomassa da soja sem capina e das plantas daninhas na safra 2006/07.....	61
Figura 5.6 – Biomassa da soja sem capina e das plantas daninhas na safra 2007/08.....	62
Figura 5.7 – Rendimento da soja em 2006/07 com tratamentos com capina na aveia e sub-parcelas capinadas da soja.....	63
Figura 5.8 – Rendimento da soja em 2007/08 com tratamentos com capina na aveia e sub-parcelas capinadas da soja.....	64
Figura 5.9 – Biomassa de leiteiro e outras daninhas na soja sobre manejo e fertilização na aveiana safra 2006/07.....	66
Figura 5.10 – Biomassa de leiteiro e outras daninhas na soja sobre manejo e fertilização na aveia na safra 2007/08.....	66
Figura 5.11 – Correlação do rendimento da soja capinada das duas safras e a biomassa da aveia.	67
Figura 5.12 – Correlação do rendimento da soja capinada e Biomassa total das plantas daninhas das duas safras e da biomassa da aveia.	68
Figura 5.13 – Correlação da biomassa de outras daninhas e a biomassa da aveia.....	69
Figura 5.14 – Correlação do ICA da soja capinada e da biomassa da aveia.....	70
Figura 5.15 – Correlação do ICA da soja sem capina e da biomassa da aveia.	71
Figura 6.1 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07 (Fonte: IAPAR, 2009).	76
Figura 6.2 – Precipitação e indicações de manejo em 2007/08. (Fonte: IAPAR, 2009)	76
Figura 6.3 – Biomassa de aveia em função da dos e época e de aplicação do composto orgânico, por ano agrícola.	79
Figura 6.4 – Rendimento e palha de soja capinada da safra 2006/07.	80

Figura 6.5 – Rendimento e palha de soja capinada da safra 2007/08.	80
Figura 6.6 – Biomassa de soja (palha + grãos) sem capina e biomassa de todas as plantas daninhas da safra 2006/07.	81
Figura 6.7 – Biomassa de soja (palha + grãos) sem capina e biomassa de todas as plantas daninhas da safra 2007/08.	81
Figura 6.8 – Biomassa de leiteiro e de outras daninhas na colheita da soja, safra 2006/07.	83
Figura 6.9 – Biomassa de leiteiro e de outras daninhas na colheita da soja, safra 2007/08.	84
Figura 6.10 – Correlação entre o rendimento da soja sem capina, das duas safras, e a biomassa de aveia.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Teores de nutrientes do composto orgânico aplicado na aveia (g kg ⁻¹).....	28
Tabela 3.2 – Resultado da análise química de solo.	29
Tabela 4.1 – Teores de nutrientes do composto orgânico aplicado na aveia (g kg ⁻¹).....	44
Tabela 4.2 – Resultado da análise química de solo.	44
Tabela 4.3 – Biomassa de plantas daninhas (Mg ha ⁻¹) na soja em plantio direto correlacionada com biomassa de aveia.	53
Tabela 5.1 – Teores de nutrientes do composto orgânico aplicado na aveia (g kg ⁻¹).....	58
Tabela 5.2 – Resultado da análise química de solo.	59
Tabela 6.1 – Teores de nutrientes do composto orgânico utilizado (g kg ⁻¹).	77
Tabela 9.1 – Resumo da análise de variância da produção de biomassa de aveia em função de doses de composto na aveia, em Kg ha ⁻¹ , ao final do ciclo, em 2006 e 2007.....	95
Tabela 9.2 – Resumo da análise de variância do rendimento da soja em função de doses de composto na aveia, em Kg ha ⁻¹ , com e sem capina, nas safras 2006/07 e 2007/08.	95
Tabela 9.3 – Resumo da análise de variância do rendimento da soja sem capina em função das doses de composto na aveia, nas safras 2006/07 e 2007/08.	96
Tabela 9.4 – Resumo da análise de variância da biomassa do leiteiro e de outras plantas daninhas na colheita da soja sem capina em função de doses de composto na aveia, em kg ha ⁻¹ , nas safras 2006/07 e 2007/08.	96
Tabela 9.5 – Resumo da análise de variância da biomassa de aveia em função de doses de composto e capina na aveia, em kg ha ⁻¹ , em 2006 e 2007.	97
Tabela 9.6 – Resumo da análise de variância da biomassa da soja e das plantas daninhas na colheita da soja sem capina em função de doses de composto e capina na aveia, em kg ha ⁻¹ , nas safras 2006/07 e 2007/08.	97
Tabela 9.7 – Resumo da análise de variância do rendimento soja capinada em função de doses de composto e capina na aveia, em kg ha ⁻¹ , nas safras 2006/07 e 2007/08.....	98

Tabela 9.8 – Resumo da análise de variância da biomassa da soja e das plantas daninhas na colheita da soja sem capina, em kg ha-1, nas safras 2006/07 e 2007/08.....	98
Tabela 9.9 – Resumo da análise de variância da biomassa da aveia em função da época de aplicação de composto, em kg ha-1, nas safras 2006 e 2007.....	99
Tabela 9.10 – Resumo da análise de variância da massa de grãos e palha (restos culturais) da soja com e sem capina em função da época de aplicação de composto, em kg ha-1, nas safras 2006/07 e 2007/08.....	99
Tabela 9.11 – Resumo da análise de variância da biomassa total (soja e plantas daninhas) em função da época de aplicação de composto, em kg ha-1, por ocasião da colheita da soja sem capina nas safras 2006/07 e 2007/08.	100
Tabela 9.12 – Resumo da análise de variância da biomassa das plantas daninhas (leiteiro e outras plantas) em função da época de aplicação de composto, em kg ha-1, por ocasião da colheita da soja sem capina nas safras 2006/07 e 2007/08.	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3 ADUBAÇÃO NA AVEIA E EFEITO RESULTANTE NA SOJA ORGÂNICA SUBSEQUENTE EM PLANTIO DIRETO	24
3.1 RESUMO.....	24
3.2 ABSTRACT	24
3.3 INTRODUÇÃO	25
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.5.1 Doses de Composto e Biomassa da Aveia	29
3.5.2 Dose de Composto na Aveia e Rendimento na Soja	31
3.5.3 Correlação da Biomassa da Aveia e Rendimento da soja	34
3.5.4 Correlação Biomassa da Aveia e Índice de Colheita Aparente	36
3.6 CONCLUSÕES	39
4 ADUBAÇÃO NA AVEIA E COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS NA SOJA ORGÂNICA EM PLANTIO DIRETO	40
4.1 RESUMO.....	40
4.2 ABSTRACT	40
4.3 INTRODUÇÃO	41
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	43
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.5.1 Doses de Composto e Biomassa da Aveia	45
4.5.2 Dose de Composto na Aveia e Resposta na Soja	47
4.5.3 Correlação da Biomassa da Aveia.....	49
4.5.4 Biomassa das Plantas Daninhas.....	51
4.6 CONCLUSÕES	53

5 INFESTAÇÃO DE PLANTAS NA SOJA ORGÂNICA SUBSEQUENTE À CAPINA NA AVEIA.	54
5.1 RESUMO.....	54
5.2 ABSTRACT	54
5.3 INTRODUÇÃO	55
5.4 MATERIAL E MÉTODOS	56
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.5.1 Biomassa da Aveia	59
5.5.2 Biomassa Total	61
5.5.3 Rendimento da Soja.....	63
5.5.4 Biomassa de Leiteiro e Outras Daninhas.....	65
5.5.5 Correlação da Biomassa de Aveia e Rendimento da Soja e Biomassa de Daninhas.....	67
5.5.6 Índice de Colheita Aparente	70
5.6 CONCLUSÕES	72
6 RESPOSTA À ANTECIPAÇÃO DA ADUBAÇÃO COM COMPOSTO ORGÂNICO NA SOJA ORGÂNICA EM PLANTIO DIRETO	73
6.1 RESUMO.....	73
6.2 ABSTRACT	73
6.3 INTRODUÇÃO	74
6.4 MATERIAL E MÉTODOS	75
6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
6.5.1 Biomassa da Aveia	78
6.5.2 Biomassa da Soja e Biomassa Total.....	79
6.5.3 Biomassa das Plantas Daninhas.....	83
6.6 CONCLUSÕES	86
7 CONCLUSÃO	87
REFERÊNCIAS	88
ANEXOS	94

1 INTRODUÇÃO

O plantio direto é uma prática agrícola benéfica para a conservação de solo, diminuindo os custos de horas-máquina do revolvimento do solo, sendo amplamente utilizado no Brasil. Porém nessas áreas o uso de herbicidas tem aumentado, assim como a frequência e a diversidade de plantas resistentes a herbicidas.

Uma alternativa para o controle das plantas daninhas é o uso de métodos culturais, como coberturas do solo por palha de culturas de inverno, que são de interesse tanto para o manejo orgânico como não orgânico. Esse controle se dá proporcionalmente à biomassa da cobertura, mas esta é geralmente insuficiente para provocar um efeito supressivo significativo. Tanto assim que nas áreas de produção no sistema orgânico não se utilizam herbicidas, mas há muitos produtores que não conseguem realizar suprimir a matocompetição no plantio direto, mantendo-se o revolvimento do solo como método de controle das daninhas. Dessa forma, o desafio está em como aumentar a cobertura de palha.

Uma possibilidade para aumentar a biomassa de inverno seria pela adubação da cultura de inverno. Mas, como não há perspectiva de adoção de tecnologias que aumentem os custos de produção, uma solução seria antecipar a adubação do verão para a cultura de inverno. Com essa antecipação deve-se obter o aumento na produção de biomassa de inverno sem causar redução no rendimento da cultura de verão subsequente.

Nessa sequência serão apresentados quatro artigos nos quais são discutidos resultados sobre a soja orgânica semeada em plantio direto sobre palha de aveia, em que a adubação na soja foi antecipada pra a aveia.

No primeiro artigo avalia-se o efeito de doses de composto orgânico na aveia sobre a produção da soja orgânica subsequente em condições de plantio direto. No segundo discute-se o efeito desses tratamentos sobre a flora infestante no verão.

Outra estratégia de controle de daninhas é diminuir o banco de sementes, pois diminui a infestação, diminuindo a competição. Assim o terceiro artigo avalia o efeito da capina no inverno sobre a soja orgânica subsequente em plantio direto. No quarto artigo compara-se a soja adubada na semeadura com a soja que recebeu o efeito residual da adubação na aveia.

Com esse conjunto de artigos o objetivo é ter uma melhor compreensão dos efeitos do manejo cultural na supressão de plantas daninhas em soja orgânica em plantio direto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um dos problemas mais importantes para a produção de soja é a competição por plantas daninhas, que contribuem com significativa redução na produtividade (RIZZARDI et al., 2003). As plantas daninhas podem provocar perdas significativas no rendimento das culturas, sendo o cultivo mecânico o método de controle predominante utilizado ao longo da história. Contudo, o revolvimento do solo aumenta a ocorrência da erosão.

Além disso, logo após o revolvimento do solo acelera-se a decomposição da matéria orgânica, liberando um pulso de nutrientes minerais. Naturalmente, as culturas agrícolas se beneficiam desse pulso, mas ao longo do tempo essa liberação de nutrientes também seleciona na flora invasora aquelas espécies capazes de melhor aproveitá-lo em seu favor, que são as espécies responsivas a esse pulso de nutrientes, particularmente do nitrogênio (MOHLER, 2001).

O desenvolvimento do controle químico de daninhas propiciou a expansão do sistema de plantio direto, que contribuiu para uma significativa redução na erosão do solo. Porém, como o controle de daninhas passou a ser realizado unicamente de forma química, ocorreu um aumento no uso de herbicidas e, conseqüentemente, de custos financeiros e ambientais (ALMEIDA, 1991). Atualmente os herbicidas são o principal agrotóxico consumido no Brasil, sendo que em 2008, o consumo estimado de herbicidas foi de R\$ 4,6 bilhões, representando 45% das vendas de agrotóxicos (SINDAG, 2009).

Para se enquadrar nas normas de produção orgânica, muitos produtores de soja orgânica no Paraná têm retornado ao preparo do solo com revolvimento, de modo a poder realizar o cultivo mecânico do mato, utilizando tratores ou animais de trabalho. Qualquer que seja a fonte de tração, é indispensável o repasse com enxada, item mais oneroso no custo de produção de soja orgânica, que é de 30% aproximadamente.

A tendência atual é de aumento do consumo de produtos orgânicos. No Brasil o crescimento médio é de 30% ao ano, sendo a soja e seus derivados o principal produto orgânico exportado pelo Brasil, representando 64% do valor total da exportação orgânica (BRASIL, 2010). A nível internacional o comércio mundial destes produtos foi estimado em US\$ 40 bilhões em 2006 (ORGANIC MONITOR, 2010).

Para possibilitar o plantio direto orgânico e também para continuar reduzindo o impacto da agricultura sobre o meio ambiente, é mister desenvolver sistemas de

manejo do terreno sem herbicidas, para reduzir a pressão de plantas daninhas sobre a cultura e minimizar o custo do controle. Uma evolução que contemple em conjunto todos esses benefícios é o desenvolvimento de sistemas de plantio direto sem herbicidas, que atualmente é o maior desafio na produção sustentável de culturas anuais de grãos (LIEBMAN et al., 2001).

Para se conseguir o controle de daninhas com menos ou mesmo sem herbicidas é preciso focalizar o problema num contexto mais amplo, no do sistema produtivo (MELANDER et al., 2005), abordando a infestação por daninhas com os conceitos da dinâmica de populações, incluindo suas informações ecológicas.

Informações básicas sobre ecologia são escassas para muitas plantas daninhas. Para algumas espécies importantes não há publicação sobre longevidade da semente no solo e, efeitos das condições do solo para a sobrevivência da semente são conhecidos de poucas espécies (LIEBMAN et al., 2001).

Essas informações, importantes para o controle ecológico destas plantas, são escassas por que muitos destes resultados geram mais conhecimento sobre aplicação de processos que para a formação de produtos que podem ser vendidos. A indústria tem pouco ou nenhum interesse em desenvolver uso de culturas de cobertura para controle de plantas daninhas, estudos da supressão de plantas daninhas por rotação de culturas, ou determinar a melhor forma de controle por meio de pastejo, pois não há como obter retorno econômico disso. O desenvolvimento desse campo depende largamente de maior suporte do setor público, de fundos governamentais, que do setor privado. Isso é um problema quando o suporte para a pesquisa agrícola está na melhor das alternativas apenas crescendo lentamente (WESTENDORF et al., 1995).

Além disso, a pesquisa deve contemplar as especificidades ecológicas para serem mais amplamente validadas para uso sobre uma dinâmica populacional. Teasdale (1998) enfatiza que a pesquisa deve caracterizar as condições espaço-temporais das plantas de cobertura. Em outras palavras, dentro de cada contexto regional de ocupação do solo, os fatores climáticos da época em que crescem os cultivos de cobertura, assim como as características do solo em uso, determinam sua capacidade de crescimento e produção de biomassa, e também afetam sua relação com as plantas daninhas.

Características gerais dessas plantas já são conhecidas. Mohler (2001) apresenta as características mais frequentes das plantas daninhas comparativamente às culturas, destacando-se o menor tamanho ao estabelecimento, maior taxa de reprodução, frequente ocorrência de dormência sazonal da semente, germinação em decorrência de

atividades de cultivo do solo e alta longevidade das sementes no solo. A dormência pode ser decorrente de uma resistência a penetração e atuação da água no interior da semente, por impedimentos físicos ou químicos. Umidade, luminosidade e temperatura em condições desfavoráveis também podem inibir a germinação da semente, que somente seria estimulada em condições propícias ao seu desenvolvimento.

Utilizando dos conceitos de dinâmica populacional e características das plantas daninhas Liebman (2001) apresenta três objetivos do controle de plantas daninhas: reduzir a densidade das plantas daninhas a um nível tolerável; redução dos danos de uma determinada densidade de plantas daninhas associado a uma cultura, e; a composição das plantas deve tender a espécies menos agressivas e de mais fácil controle.

Esses objetivos seriam mais facilmente atingidos se esse controle fosse o foco agrícola principal. Contudo, opções econômicas são as diretrizes da escolha das culturas, resultando em monocultivos, ausência de rotação de culturas, ausência de adubação verde e, em casos extremos, a sucessão de mesma espécie, como milho e soja.

O resultado da não adoção dos manejos recomendados sobre a intensidade da competição vegetal é imediato. Isso ocorre por que as espécies de plantas daninhas que se estabelecem em um sistema de produção de grãos são consequência do conjunto de práticas realizadas nas culturas ao longo dos anos. Dessa forma tanto a presença dessas espécies quanto suas populações podem ser modificadas, se as práticas de condução das culturas forem alteradas (SKORA NETO *et al.*, 2006).

As plantas daninhas instalam-se por possuírem características competitivas que permitem seu desenvolvimento junto às culturas econômicas. Mesmo que não tenham a melhor capacidade competitiva, seu sistema reprodutivo com disseminação continuada de sementes possibilita que concorra com a cultura comercial.

Uma estratégia de controle eficiente não pode apenas diminuir a competição de plantas daninhas sobre o rendimento de uma safra, mas deve trabalhar para esgotar o banco de sementes, evitando a semeadura dessas espécies durante todo o ano. E o primeiro passo nesse objetivo é cobrir o solo a maior parte do tempo possível, seja de cobertura viva ou morta (KHATOUNIAN; PENHA, 2009).

Um exemplo prático nesse sentido é utilizar plantas de cobertura de inverno para a produção de palha em quantidade suficiente para suprimir as plantas daninhas na lavoura subsequente de verão. A intensidade do efeito supressor sobre daninhas é função da quantidade de biomassa que permanece no solo (MELANDER *et al.*, 2005; CHARLES *et al.*, 2006; BOND; GRUNDY, 2001), sendo essa quantidade um parâmetro atualmente

proposto para caracterizar a qualidade da prática do plantio direto (CASÃO JR. et al., 2006).

Dentre as espécies utilizadas como cobertura de inverno, destaca-se a aveia, tanto a branca como a preta, pela grande produção de biomassa na região sul do Brasil (SANTOS et al., 2006; SILVA et al., 2007; TORRES et al., 2008). Como em outras espécies, a capacidade supressiva da aveia também é proporcional a sua biomassa sobre o terreno, (TREZZI; VIDAL, 2004, THEISEN et al., 2000). A supressão é atribuída ao uso de recursos de crescimento, a alterações em fatores do ambiente físico (luz, temperatura e umidade) e a fatores químicos (alelopatia), que afetam a germinação e o estabelecimento das plantas daninhas (LIEBMAN; DAVIS, 1999; ARGENTA et al., 2001).

Em trabalhos anteriores, em terreno com grande infestação de *Brachiaria plantaginea*, verificou-se a possibilidade de reduzir sensivelmente a infestação de plantas daninhas em soja orgânica com a palha de aveia cultivada no inverno (KHATOUNIAN, 2004). Contudo, esse efeito apenas teve importância na prática agrícola a partir de 6 Mg ha⁻¹ de palha em cobertura. Em levantamentos conduzidos em áreas de produtores de soja orgânica no Paraná, constatou-se que a produção de palha pela aveia normalmente está entre 3,5 e 5,0 Mg ha⁻¹ (KHATOUNIAN, 2004), de modo que a redução na infestação de daninhas pela palha não é suficiente para facilitar consistentemente o manejo da cultura. Para aumentar a produção de biomassa da aveia é preciso melhorar a qualidade agrônômica do seu manejo, em aspectos como a escolha da variedade, a qualidade da semente, a qualidade da semeadura e a aplicação de material fertilizante.

Em aveia-preta, Santi et al. (2003) obtiveram resultados positivos com a aplicação de nitrogenados sintéticos. No caso da produção orgânica, os nitrogenados sintéticos são proibidos, de modo que as opções possíveis são o composto ou o esterco. Além do aumento de biomassa da cultura de inverno, a aplicação de composto nas plantas de cobertura pode gerar efeito residual nas culturas posteriores, conforme constatado em soja (MCANDREWS et al., 2006), milho (MUGWIRA et al., 2002, EGHBALL et. al., 2000) e grão-de-bico (SING et al., 1999).

O aumento da produção da matéria seca da aveia por fertilização nitrogenada foi obtida até 73 kg N ha⁻¹, segundo Kolchibski e Schuch (2003), que constataram aumento na produção de matéria seca acima de 100% nesta dosagem. Neste caso, seriam necessários aproximadamente 15 kg N ha⁻¹ para a produção de 6 Mg de matéria seca.

Em outro trabalho encontrou maior resposta próximo a 54 kg N ha⁻¹, (95% do máximo), com pequenos acréscimos até 81 kg N ha⁻¹, num aumento quadrático,

demonstrando ser este valor próximo do esperado para a maximização da produção de matéria seca (SANTI et al., 2003). Acima de 81 kg N ha⁻¹ houve acamamento da aveia.

O acréscimo da aplicação de N provocou aumento linear nos teores de N da aveia, numa taxa de 30% ($R^2 = 99\%$) do total aplicado. Isso provocou diminuição na relação C/N da aveia, de 49 do tratamento sem adubação para 38 com aplicação de 120 kg N ha⁻¹. Também houve aumento quadrático da extração de outros minerais com a maior produção de matéria seca. Os teores de minerais das plantas não apresentaram variação significativa, sendo que a extração acompanhou aproximadamente o aumento da produção de matéria seca. Quantitativamente a ordem decrescente de ciclagem foi K>Ca>P>Mg, segue os teores de nutrientes da fitomassa. Quanto ao incremento relativo a ordem decrescente foi Ca>Mg>K>P, esta segue a quantidade de nutrientes no solo (SANTI et al., 2003).

Na continuidade deste trabalho, Amado et al. (2003) avaliaram a decomposição da palha da aveia adubada e não encontraram diferença significativa na decomposição, mesmo a relação C/N variando de 50 para 26. Como fonte de nitrogênio para o milho, a palha de aveia não foi considerada eficiente.

A fonte de nitrogênio parece não interferir no resultado. Para a produção de 6 Mg de matéria seca de aveia preta utilizando esterco de suíno, foram necessários aproximadamente 56 m⁻³ ha⁻¹ de dejetos (120 kg N ha⁻¹), ou produção equivalente com 243 kg ha⁻¹ de uréia (STEINER et al., 2009).

A antecipação da fertilização pode ser mais rentável que a aplicação no plantio, conforme observou Matos et al. (2006), ao antecipar adubação de K e P mineral. Esse procedimento simplificou o manejo de semeadura e permitiu maior pontualidade na operação na época mais recomendada.

Na sucessão trigo-soja, é recomendação corrente a aplicação de todo o fertilizante no trigo, posto que a soja atinge produção plena com o residual da adubação do cereal. Se esse comportamento se reproduzir para a sucessão aveia-soja, então a adubação poderia ser aplicada na aveia, de modo a estimular a produção de biomassa para palha, sem onerar ou comprometer a soja no verão.

Porém, a adubação também pode estimular o desenvolvimento das plantas daninhas, conforme constatou Menalled et al. (2004) e Liebman et al. (2004). A adição do composto provocou aumento aproximado de 50% da matéria seca da planta daninha estudada, e equivalente incremento da produção de sementes das plantas daninhas. Com o milho observou-se perda de 13 a 18% devido à aplicação inicial de nitrogênio, pela maior competição pelas plantas daninhas (HARBUR; OWEN, 2004).

Outro efeito da adubação orgânica aplicada na época de plantio de verão é aumentar a biomassa das plantas daninhas e o banco de sementes, ficando na média dos anos com infestação semelhante à da área com adubação química na superfície, conforme estudado por Blackshaw (2005). Porém o mesmo autor encontrou que o nitrogênio químico aplicado na estação anterior ao plantio resultou em menor biomassa de plantas daninhas do que quando aplicado no plantio. Isso indica que a antecipação da adubação, no caso a nitrogenada, resulta num manejo potencialmente redutor da infestação.

No cultivo da soja orgânica e não orgânica, em plantio direto no sul do Brasil, a adubação ao longo do ano ocorre somente nos cultivos comerciais, no caso a soja. No inverno são semeadas plantas de cobertura que produzem palha, que manejadas com rolo-faca servem de base do sistema plantio direto.

A *Euphorbia heterophylla*, popularmente conhecida como leiteiro ou amendoim bravo, é uma planta que tem significativa competição com a soja, estando atualmente com ampla disseminação no sul do Brasil. Nos cultivos não orgânicos, as espécies de plantas daninhas de maior importância para a cultura da soja cultivada em plantio direto, no Paraná são a *Brachiaria plantaginea* (papuã), o leiteiro e a *Sida rhombifolia* (guanxuma) que apresentam valores de importância relativa de 100, 97 e 95% respectivamente (KRANZ et al., 2009, p.98).

Um dos motivos da importância do leiteiro nas áreas de plantio direto foi devido ao favorecimento desta espécie devido ao uso da cobertura de aveia preta, que resultou num efeito seletivo. O que acabou favorecendo o estabelecimento do leiteiro.

Procópio et al. (2004) comparando o leiteiro e outras plantas daninhas com soja concluiu que as plantas daninhas produziram menor biomassa seca e apresentaram menor enfolhamento que a cultura. Porém elas foram mais eficientes em aproveitar a luz por unidade foliar, e usar com maior economia a água absorvida.

Avaliando o desenvolvimento foliar da soja e do leiteiro, Procópio et al. (2003) verificou maior taxa de emissão e expansão foliar da soja, além de duração da área foliar e do coeficiente de extinção antes e após o florescimento, o que é um indicativo maior da competitividade da soja diante da *E. heterophylla*.

Uma das dificuldades para a erradicação desta planta é decorrente de sua elevada capacidade de produção de sementes, que permanecem enterradas no solo e podem levar à reinfestação da área de cultivo (WILLARD; GRIFFIN, 1993).

Além de informações para se conhecer a interferência e conseqüentemente o nível de dano econômico para justificar um controle, é necessário saber controlar a

produção de semente para diminuir a infestação ao longo do tempo. Estes estudos incluem a dinâmica do banco de sementes no solo, e a viabilidade das sementes. A infestação futura de uma área depende da quantidade de sementes viáveis produzidas no ciclo anterior, e da manutenção da sua viabilidade até a oportunidade de germinação destas plantas.

O tamanho e a composição do banco de sementes reflete todo o manejo adotado no controle de plantas daninhas na área. Uma redução desse banco pode significar menor problema com plantas daninhas em áreas agrícolas e, portanto, menor necessidade de controle (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

A disseminação de plantas daninhas no solo é irregular. Voll et al. (2003a) constataram serem necessárias 40 a 90 amostras para se obter um coeficiente de variação de 20% numa população de 500 a 1000 sementes.m⁻². Para a avaliação da emergência das plantas daninhas verificou-se uma variação muito grande entre os dados obtidos, não sendo possível atingir conclusões semelhantes. Esse resultado está associado à germinação irregular das plantas daninhas.

O tamanho do banco de sementes de plantas daninhas é comparativamente maior em áreas agrícolas do que em áreas não agrícolas de baixo distúrbio ambiental. Essa tendência é devido à estratégia das plantas de produzir grandes quantidades de sementes em ambientes que apresentem alto distúrbio, segundo Monquero e Christoffoleti (2005). As informações sobre os bancos de sementes de plantas daninhas poderão ser uma ferramenta bastante importante na tomada de decisão sobre práticas de controle. Os mesmos autores citam que a longevidade das sementes no solo é variável em função da espécie, da profundidade de enterrio, do tipo de solo e das condições climáticas. Para semeadura direta, com a maior concentração de sementes na superfície do solo, ocorre um decréscimo no banco de sementes devido a indução a germinação, perda de viabilidade, predação e parasitismo.

Voll et al. (2003b) constataram que as sementes do leiteiro germinaram abaixo de 30% após 48 horas de embebição com água, o que diferiu de estudo anterior, com 95% de germinação após 36 horas de embebição, demonstrando a variabilidade de resposta, que poderia ser por aspectos fisiológicos diferentes das sementes estudadas.

Suda e Giorgini (2000) avaliando a composição de sementes de leiteiro, constataram que lipídios constituem 60% da massa seca, proteínas 25%, e açúcares solúveis 3,6%, não tendo sido detectado presença de amido. A germinação destas sementes foi menor a 30°C que a 25°C. O aumento de temperatura também provocou aumento na velocidade de consumo dos lipídeos e proteínas da semente.

Apesar dos estudos sobre a interferência na produtividade das culturas, aspectos relativos à manutenção de plantas daninhas no solo ao longo do tempo necessitam de mais pesquisas.

3 ADUBAÇÃO NA AVEIA E EFEITO RESULTANTE NA SOJA ORGÂNICA SUBSEQUENTE EM PLANTIO DIRETO

3.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de composto orgânico aplicadas na aveia sobre a produção de biomassa dessa cultura e o efeito resultante na cultura da soja subsequente em plantio direto orgânico, comparando áreas com e sem capina. Foram aplicadas seis doses de composto 0, 4, 8, 12, 16 e 20 Mg ha⁻¹ sobre a aveia no inverno. No verão foi realizado o plantio direto da soja, sendo as parcelas subdivididas em com e sem capina. O aumento da biomassa da aveia pela adubação e o aumento do rendimento da soja capinada, devido à adubação residual ocorreram apenas em ano sem limitação hídrica. O rendimento da soja sem capina foi equivalente ao da soja capinada, quando houve baixa fertilização, alta cobertura de aveia e ausência de limitação hídrica. A biomassa de aveia correlacionou-se positivamente com o rendimento e o Índice de Colheita Aparente da soja com e sem capina.

Palavras-chave: *Euphorbia heterophylla*. *Avena* spp. Planta daninha. Adubação verde.

3.2 ABSTRACT

Increasing no-till area has also increased herbicides use, enhancing the environmental impact. Plow the soil is the most frequent weed control without herbicide, but it is a setback in soil conservation. The aim of this study was to evaluate the effect of doses of organic compost in oats on biomass production, and the resulting effect on subsequent organic soybean in no-till. There were applied six doses of cow compound 0, 4, 8, 12, 16 and 20 Mg ha⁻¹ on oats in winter. In summer soybean was planted in no-till, and it was subdivided into sub-plots: with and without weeding. Fertilization with compost increased oats' biomass and weeding soybean only in years without drought stress. Soybeans weeded and nonweeded were equal with low fertilization, although high oats cover were supplied and no water stress occurred. Oats biomass correlated positively with apparent harvest index of weeded and nonweeded soybean.

Keywords: *Euphorbia heterophylla*. *Avena* spp. Weed. Green manure.

3.3 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas podem provocar perdas significativas no rendimento das culturas, sendo o cultivo mecânico o método de controle predominante utilizado ao longo da história. Contudo, o revolvimento do solo aumenta a ocorrência da erosão. O desenvolvimento do controle químico de daninhas propiciou o desenvolvimento de sistemas de plantio direto, cuja expansão foi acompanhada de drástica redução na erosão do solo. Com isso ocorreu um aumento no uso de herbicidas e, conseqüentemente, de custos financeiros e ambientais (ALMEIDA, 1991). Em 2008, o consumo estimado de herbicidas no Brasil foi de R\$ 4,6 bilhões, representando 45% das vendas de agrotóxicos (SINDAG, 2009).

Uma evolução desejável é o desenvolvimento de sistemas de plantio direto sem herbicidas, que atualmente é o maior desafio na produção sustentável de culturas anuais de grãos (LIEBMAN, 2001).

Uma estratégia nesse sentido é utilizar plantas de cobertura de inverno para a produção de palha em quantidade suficiente para suprimir as plantas daninhas na lavoura subsequente de verão. A intensidade do efeito supressor sobre daninhas é função da quantidade de biomassa que permanece no solo (MELANDER et al., 2005; CHARLES et al., 2006; BOND; GRUNDY, 2001), sendo essa quantidade um parâmetro atualmente proposto para caracterizar a qualidade da prática do plantio direto (CASÃO JR. et al., 2006).

Dentre as espécies utilizadas como cobertura de inverno na região sul do Brasil, destaca-se a aveia, tanto a branca como a preta, pela grande produção de biomassa (SANTOS et al., 2006; SILVA et al., 2007; TORRES et al., 2008). Como em outras espécies, a capacidade supressiva da aveia também é proporcional a sua biomassa sobre o terreno, (TREZZI; VIDAL, 2004, THEISEN et al., 2000). A supressão é atribuída ao uso de recursos de crescimento, a alterações em fatores do ambiente físico (luz, temperatura e umidade) e a fatores químicos (alelopatia), que afetam a germinação e o estabelecimento das plantas daninhas (LIEBMAN; DAVIS, 2000; ARGENTA et al., 2001).

Para aumentar o efeito supressor das culturas de cobertura sobre as daninhas, é necessário então aumentar a produção da biomassa, o que pode ser alcançado com adubação. Em aveia-preta Santi et al. (2003) obtiveram resultados positivos com a aplicação de nitrogenados sintéticos. No caso da produção orgânica, os nitrogenados sintéticos são proibidos, de modo que as opções possíveis são o composto orgânico ou

esterco. Além do aumento de biomassa da cultura de inverno, a aplicação de composto nas plantas de cobertura pode gerar efeito residual nas culturas posteriores, conforme constatado em soja (MCANDREWS et al., 2006), milho (MUGWIRA et al., 2002, EGHBALL et. al., 2000) e grão-de-bico (SING et al., 1999).

A antecipação da fertilização pode ser mais rentável do que a aplicação no plantio, conforme observou Matos et al. (2006), ao antecipar adubação de K e P mineral. Esse procedimento simplificou o manejo de semeadura e permitiu maior pontualidade na operação na época mais recomendada.

A adubação orgânica aplicada na época do plantio de verão pode aumentar a biomassa das plantas daninhas e o banco de sementes, ficando na média dos anos com infestação semelhante à da área com adubação química na superfície, conforme estudado por Blackshaw (2005). O mesmo autor encontrou que o nitrogênio químico aplicado na estação anterior ao plantio resultou em menor biomassa de plantas daninhas do que quando aplicado no plantio, apontando para um manejo potencialmente redutor da infestação.

Teasdale (1998) enfatiza que a pesquisa deve caracterizar as condições espaço-temporais do uso de plantas de cobertura, em função da falta de informações neste tema. Em outras palavras, dentro de cada contexto regional de ocupação do solo, os fatores climáticos da época em que crescem os cultivos de cobertura, assim como as características do solo em uso, determinam sua capacidade de crescimento e produção de biomassa, e também afetam sua relação com as plantas daninhas.

No cultivo da soja orgânica em plantio direto no Paraná a adubação ao longo do ano ocorre somente na semeadura do cultivo comercial. No inverno são semeadas plantas de cobertura que produzem palha, que manejadas com rolo-faca servem de base do sistema de plantio direto. As capinas respondem por cerca de 30% do custo de produção da soja orgânica, pela necessidade de muitas capinas, o que já explica sua importância. Nos cultivos não orgânicos, as espécies de plantas daninhas de maior importância para a cultura da soja cultivada em plantio direto, no Paraná são *Brachiaria plantaginea* (papuã), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) e *Sida rhombifolia* (guanxuma) que apresentam valores de importância relativa de 100, 97 e 95% respectivamente (KRANZ et al., 2009, p. 98).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de composto orgânico aplicadas na aveia sobre a produção de biomassa dessa cultura e o efeito resultante na cultura da soja subsequente em plantio direto orgânico com e sem capina.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras 2006-2007 e 2007-2008 na estação experimental do Iapar em Londrina, PR (latitude 23°27'S, longitude 51°57'W e altitude de 585m), sendo que a pluviosidade do período está apresentada nas Figuras 3.1 e 3.2.

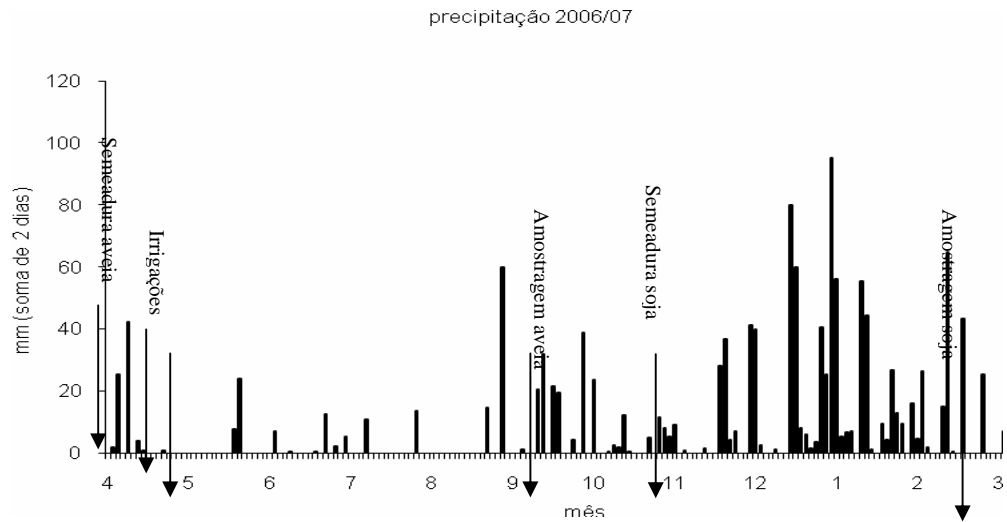


Figura 3.1 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07
Fonte: IAPAR, 2009.

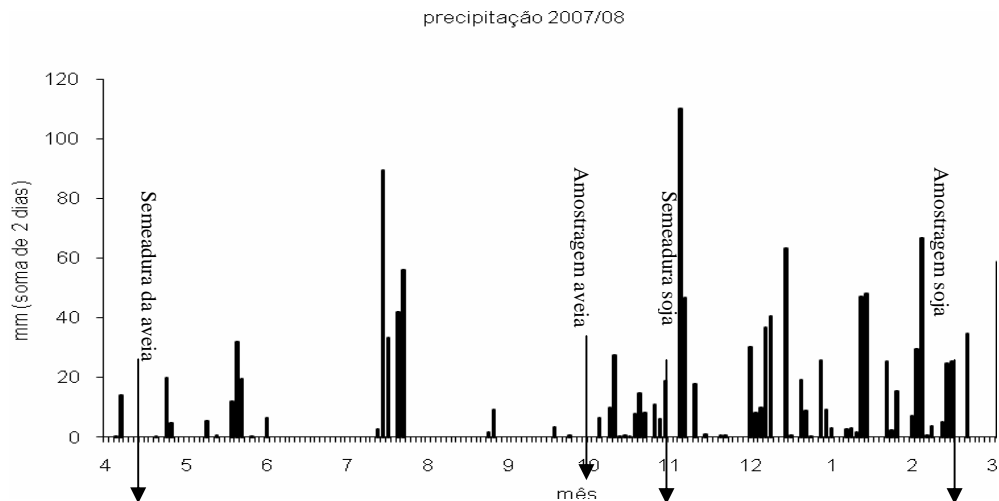


Figura 3.2 – Precipitação e indicações de manejo em 2007/08.
Fonte: IAPAR, 2009.

Os tratamentos nas parcelas foram seis doses de aplicação de composto orgânico na aveia: 0, 4, 8, 12, 16 e 20 Mg ha⁻¹. O tratamento nas sub-parcelas foi o controle de plantas daninhas: com capinas e sem capina. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso e cinco repetições, com parcelas sub-divididas apenas no verão.

Para evitar o efeito cumulativo da adubação, em cada safra o experimento foi conduzido em locais diferentes, com a adubação ocorrendo antes do plantio da aveia. A composição do adubo orgânico de esterco de curral utilizado está descrita na Tabela 3.1, e as análises químicas dos solos das áreas estão na Tabela 3.2. Para possibilitar uma infestação homogênea de plantas daninhas, foi semeado superficialmente *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) na proporção de 800 sementes m⁻² em toda a área experimental antes da semeadura da aveia.

As parcelas constaram de 20 linhas de aveia com 8 m de comprimento, espaçadas de 0,2 m entre si (4m x 8m), semeadas à base de 60 kg de sementes por hectare de uma mistura, em partes iguais em peso, de sementes de *Avena strigosa* (aveia-preta) IAPAR-61 e *Avena sativa* (aveia-branca) IPR-126, ambas de ciclo longo. A aveia foi manejada com rolo-faca uma semana antes do plantio da soja, após término do ciclo. Para efeito de avaliação, descartaram-se, como bordadura, as quatro linhas de cada lado da parcela e o primeiro metro de todas as linhas nas bordas da parcela.

Na safra de verão subsequente à aveia, as parcelas receberam 10 linhas de soja BRS 257, espaçadas de 0,4 m entre si. Descartaram-se, como bordadura, as duas linhas laterais e um metro nas bordas das parcelas.

Tabela 3.1 – Teores de nutrientes do composto orgânico aplicado na aveia (g kg⁻¹).

Nutrientes/ ano	N	P	K	Ca	Mg	Umidade
	----- g.kg-1			-----	-----	(%)
2006	14,56	12,37	3,60	81,16	2,86	12%
2007	12,30	3,90	10,00	13,40	4,10	46%

Tabela 3.2 – Resultado da análise química de solo.

Avaliação	P	C	pH	Al	Al+H	Ca	Mg	K	T	V
o/Ano	Mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl	-----	-----	Cmolc dm ⁻³ solo	-----	-----	-----	(%)
		3				-----				
2006	3,7	16,75	5,3	0,0	4,27	6,02	2,67	0,75	13,71	68,85
2007	5,3	15,81	5,3	0,0	3,97	3,92	2,63	0,50	11,02	63,97

Devido a grande deficiência hídrica no inverno de 2006 foram realizadas duas irrigações de 30 mm cada no início do ciclo da aveia, indicadas na Figura 3.1. Em ambas as safras foi realizado uma capina de preparo após a semeadura da soja. Posteriormente foi realizada uma capina na sub-parcela capinada.

As variáveis avaliadas foram biomassa da aveia ao final de seu ciclo e o rendimento de grãos de soja. O Índice de Colheita Aparente (ICA) foi obtido pelo peso de grãos dividido pela biomassa total da parte aérea da planta madura de soja. O material das coletas foi seco a 65 °C por 72 horas para determinação da biomassa seca.

Foi realizada análise de variância dos dados com desdobramento em polinômios ortogonais, através da análise de correlação de Pearson. Para a resposta das culturas às doses de fertilizante, utilizou-se análise de regressão.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Doses de Composto e Biomassa da Aveia

Não houve efeito de doses do composto sobre a produção de biomassa da aveia, em 2006 (Figura 3.3). Esse resultado difere tanto do saber corrente de que a aveia é uma espécie que responde à fertilização, como também dos resultados obtidos por Primavesi et al. (2002) e Santi et al. (2003) em Santa Maria – RS. A ausência de resposta pode ser atribuída à estiagem, que não teria sido integralmente compensada pelas irrigações aplicadas.

A somatória das precipitações durante o período de crescimento da aveia foi de apenas 97 mm nos primeiros 4 meses (IAPAR, 2009) que somados aos 60 mm

aplicados resultam em 157 mm, um total ainda insuficiente para a plena expressão do potencial da aveia, que ocorre com aproximadamente 480 mm (BACCHI et al., 1996). A média histórica na região de Londrina é de 440 mm entre abril e agosto. Porém nessa região há acentuada variação de anos com chuvas abundantes e escassas, a depender de eventos como El Nino.

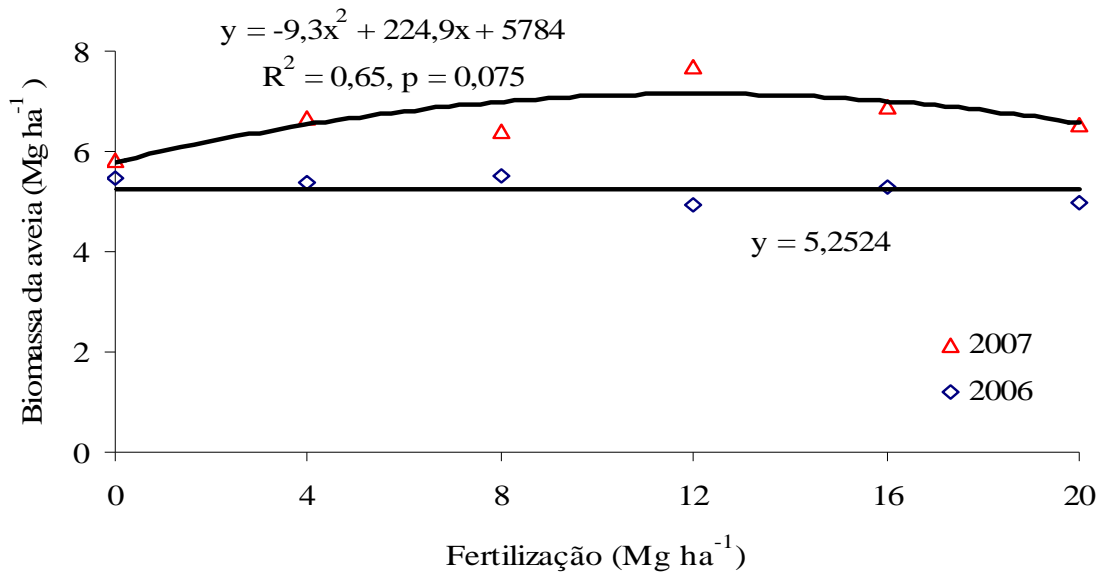


Figura 3.3 – Efeito da fertilização sobre a biomassa da aveia em 2006 e 2007.

Em 2007 a aveia respondeu com acréscimo de biomassa até a dose de 12 Mg ha⁻¹ de composto, considerando $p = 0,075$ (Figura 3.3). Houve acamamento da aveia, principalmente nos tratamentos com doses maiores, o que explica a menor produção de biomassa no tratamento com a maior dose (20 Mg ha⁻¹). Essa redução se dá tanto pela menor eficiência fotossintética causada pela alteração de arquitetura das plantas e pela ocorrência de doenças, como pela decomposição de biomassa, sendo as duas últimas, decorrentes do contato da parte aérea das plantas com o solo.

Comparativamente a 2006, as precipitações em 2007 foram maiores, totalizando 352 mm durante o ciclo da aveia, com 30 mm (30%) a mais nos primeiros 90 dias, o que pode explicar a diferença entre os anos. Contudo, mesmo em 2007, as precipitações foram insuficientes para que o desenvolvimento da aveia fosse semelhante aos bons anos climáticos e, também, devem ter sido insuficientes para a decomposição do composto.

Apesar do acamamento, sintoma de intensa fertilização, a houve concentração da pluviosidade, ocorrendo 223 mm entre 14 a 24 de julho, que representou 63% do total de 352 mm de chuva no ciclo da aveia em 2007. Essa quantidade de água seria o suficiente para que a aveia expressasse o acamamento nas parcelas com maior adubação, mas devido a menor umidade no restante do ciclo isso deve ter limitado a plena expressão de seu potencial.

A máxima biomassa obtida, 7.699 Mg ha⁻¹, foi 32% maior que a da testemunha sem composto. Porém esse incremento é baixo quando comparado ao obtido em experimentos semelhantes, nos quais foram utilizados fertilizantes minerais, e sem haver restrições hídricas (SANTI et al., 2003). Outro fator que limitou o a resposta da aveia à adubação foi a fertilidade dos solos utilizados, que já era de nível média a alta, conforme Tabela 3.2.

3.5.2 Dose de Composto na Aveia e Rendimento na Soja

Em 2006/07, na área capinada não houve resposta no rendimento da soja às doses de composto, conforme Figura 3.4, o que pode ser atribuído ao veranico ocorrido na implantação da cultura, havendo cerca de 50 mm a menos de precipitação em dezembro/2007 comparado a média histórica, além de uma distribuição mais espaçada da pluviosidade, com 12 dias seguidos sem fornecimento de água para a cultura (IAPAR 2009).

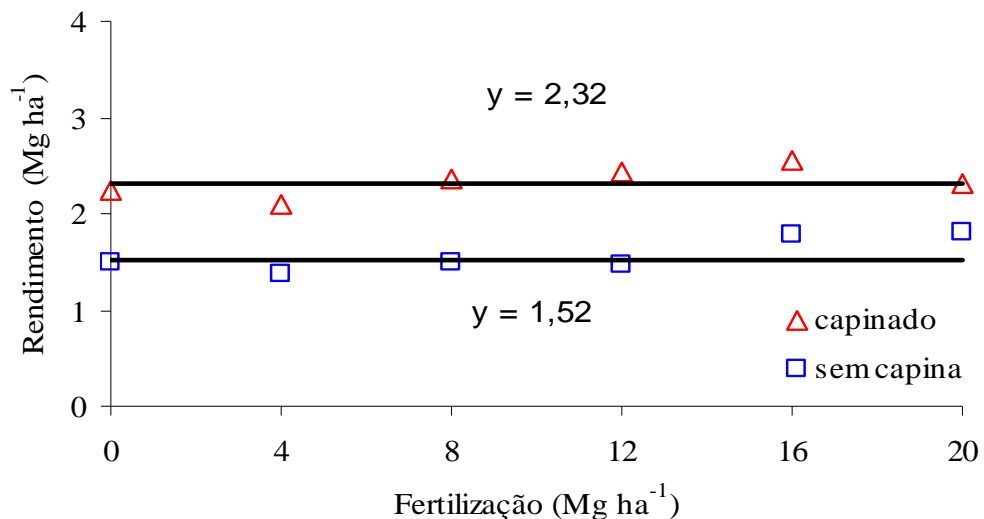


Figura 3.4 – Efeito da fertilização na aveia sobre a produtividade da soja em 2006/07.

Além da menor disponibilidade hídrica, um dos motivos que pode ter influenciado para que o rendimento da soja não tenha respondido à fertilização foi a ocorrência da ferrugem asiática. Kumudini et al. (2008) verificaram que essa doença reduz o rendimento da soja, diminuindo a área verde fotossintetizante, o acúmulo de matéria seca, e o índice de colheita.

Em 2007/08, entretanto, a produtividade da soja na área capinada respondeu linearmente ao composto aplicado na aveia, no inverno, ainda que a magnitude do efeito tenha sido relativamente pequena, da ordem 37 kg por tonelada de composto (Figura 3.5).

O efeito residual da adubação de inverno sobre a soja foi positivo também no trabalho de Lantmann et al. (1997), por aumentar o teor de fósforo do solo ao longo dos anos, refletindo-se no aumento do rendimento da soja. Foloni e Rosolem (2008), estudando aplicações de potássio, observaram que com 60 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O a antecipação resultava em produtividade semelhante à soja adubada no plantio.

Guareschi et al (2008) encontraram produtividade semelhante em soja no cerrado, ao antecipar a adubação potássica e fosfatada, sendo a antecipação considerada pelos autores como uma vantagem operacional. Além disso, a decomposição da própria aveia também contribui com a liberação de nutrientes (WISNIEWSKI; HOLTZ, 1997).

A diferença das respostas da soja nos dois anos de cultivo no experimento pode ser atribuída a condições climáticas mais favoráveis para a cultura no segundo ano.

Esses resultados demonstraram que a adubação de forma antecipada da soja em área capinada resultou em aumento de até 30% na produtividade sobre a testemunha sem adubo, desde que as condições climáticas sejam favoráveis. Enquanto que na soja em área sem capina não houve resposta ao efeito residual da adubação na aveia, nos dois anos estudados.

Com relação ao rendimento da soja na área sem capina houve incremento com o aumento da adubação, ao nível de 7,5% de significância, somente em 2007/08. A produtividade superior em 2007/08 foi provavelmente devido à ocorrência de déficit hídrico em 2006/07 e maior incidência de ferrugem asiática nesse mesmo ano, ou mesmo devido a diferença de local do experimento, semelhantemente ao que ocorreu na safra 2006/07.

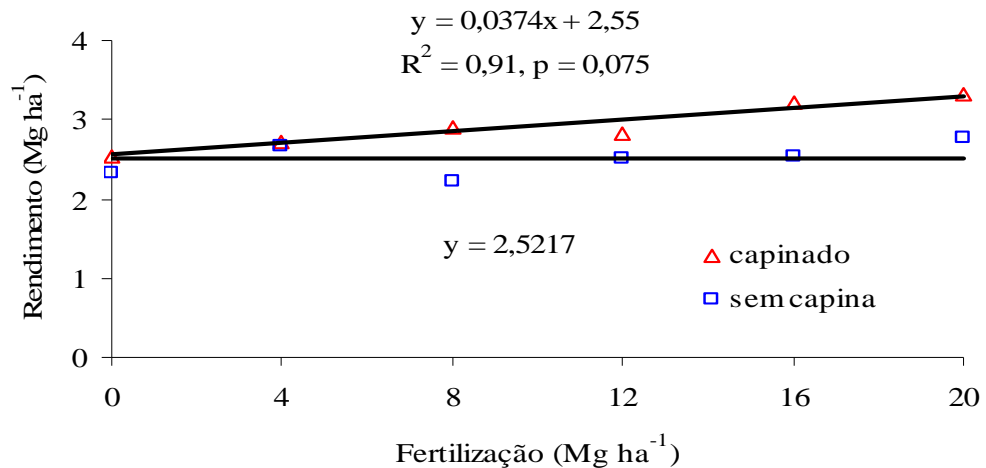


Figura 3.5 – Efeito da fertilização na aveia sobre a produtividade da soja em 2007/08.

Nas duas safras a adubação foi inócua para aumentar a produtividade da soja com a competição das plantas daninhas, demonstrando a necessidade de priorizar o controle das daninhas. A fertilidade do solo pré-existente à adubação foi considerada relevante para a ausência de resposta à adubação.

Houve diferença na produtividade de grãos de soja entre as sub-parcelas com e sem capina em todas as doses de composto aplicadas na aveia em 2006/07 ($p < 0,001$).

Porém, avaliando por tratamento individualmente, em 2007/08 o rendimento da soja para as subparcelas com e sem capina foram diferentes para as doses 8, 16 e 20 Mg ha⁻¹ ($p > 0,05$).

Em 2006/07, a quantidade de palha de aveia foi inferior a 6 Mg ha⁻¹. Porém em 2007/08, com a quantidade de palha em média superior a 6 Mg ha⁻¹, ocorreu diferença no rendimento da soja com e sem capina nos tratamentos com 8, 16 e 20 Mg ha⁻¹ de fertilizante.

Theisen et al. (2000) observaram ganhos de 158 kg de soja por tonelada de aveia, nos tratamentos sem capina. De acordo com os autores a equivalência entre soja com e sem capina ocorre com 10 Mg ha⁻¹ de palha de aveia. Não foi diferente no mesmo trabalho o rendimento da soja sem capina entre 2 a 8 Mg ha⁻¹. Isso reforça Pimentel (1985), que argumenta que são detectáveis as variações acima de 15 a 20%, por ajuste da cobertura de aveia sobre o solo, mas que não ocorreu neste experimento.

Bortoluzzi e Elzt (2001) em área com 4,17 Mg ha⁻¹ de cobertura de aveia

em Santa Maria - RS, verificaram que a soja sem capina, sobre aveia rolada, produziu menos que a soja em área capinada. Porém quando a soja foi semeada sobre aveia em pé, não houve diferença em relação a soja em área capinada.

A flora infestante da área experimental era principalmente leiteiro, e a aveia teve um efeito supressor de forma equivalente ao que manifestou em papuã. Trabalhando com palha de aveia-preta para controle de papuã, Khatounian (2004) verificou produtividade equivalente entre soja capinada e sem capina quando a quantidade de palha foi de 6 Mg ha⁻¹ ou mais.

Porém, diferentemente de Khatounian (2004), como além do aumento da biomassa de aveia existe também o efeito residual da adubação, o resultado da Figura 3.5 mostra que a equivalência de produtividade entre soja com e sem capina depende não apenas da cobertura de aveia, mas também do nível de fertilidade disponível para a soja.

O rendimento da soja nas doses mais elevadas de fertilização diferiram pela capina, demonstrando que a competição das plantas daninhas foi limitante para as maiores produtividades, numa condição de maior intensidade de uso de insumo, nesta quantidade de cobertura de aveia. Demonstra também que o efeito residual da adubação foi significativo para provocar aumento da produtividade, independentemente da cobertura de aveia, já que esta não cresceu linearmente com a adubação.

3.5.3 Correlação da Biomassa da Aveia e Rendimento da Soja

Houve aumento do rendimento da soja relacionado ao aumento na quantidade de palha de aveia no solo após a adubação na aveia. Isso ocorreu tanto para a soja capinada (Figura 3.6) quanto para soja sem capina (Figura 3.7), nas duas safras.

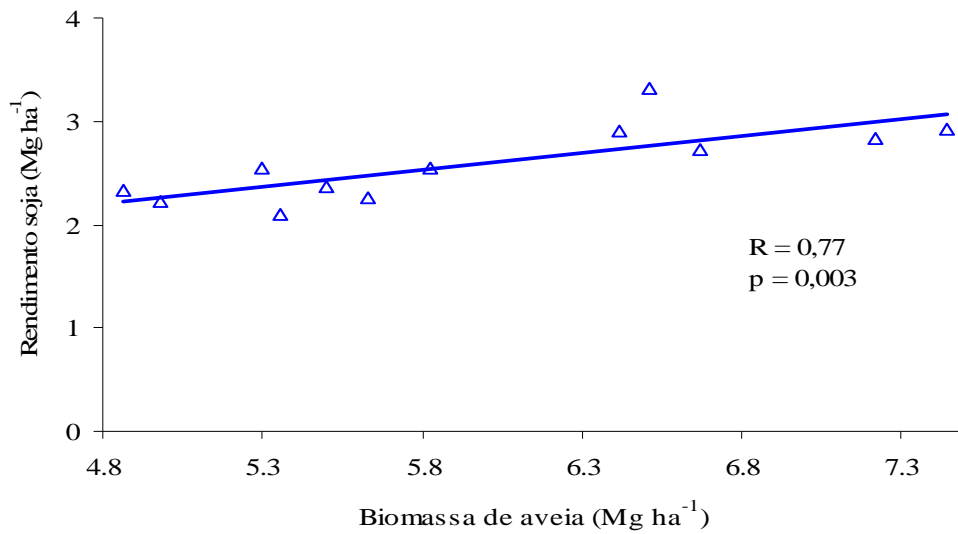


Figura 3.6 – Correlação entre o rendimento de soja capinada e a biomassa de palha de aveia sobre o solo, nas safras 2006/07 e 2007/08.

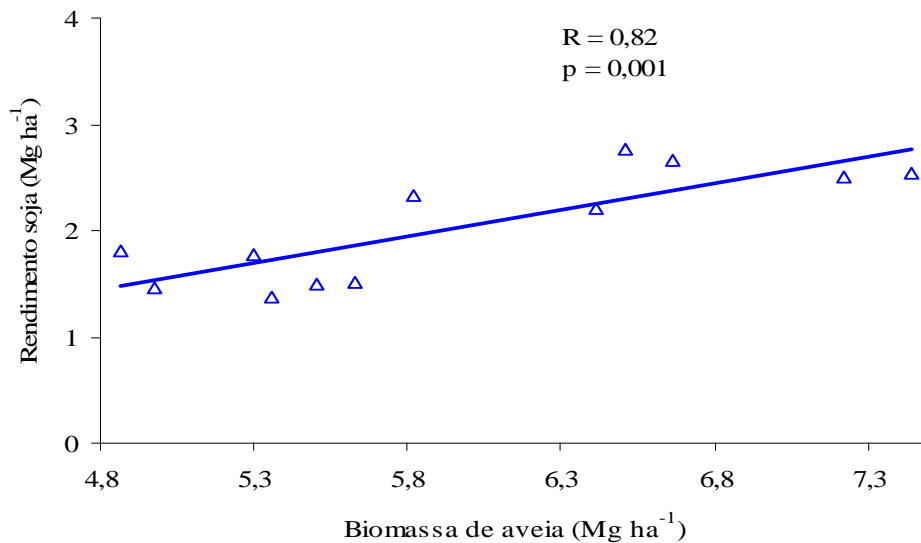


Figura 3.7 – Correlação entre o rendimento da soja sem capina e a biomassa de palha de aveia sobre o solo, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Se para a soja sem capina a primeira explicação para o aumento de rendimento é a menor competição de plantas daninhas, isso não explica o aumento do rendimento para a soja capinada. Nesta última, o aumento deve estar associado a efeitos abióticos favoráveis à soja, como menor amplitude entre as temperaturas máxima e mínima do solo, menor temperatura máxima do solo e maior disponibilidade hídrica.

Tanto a soja capinada como a soja sem capina beneficiam-se dos efeitos abióticos da palha da aveia, mas a supressão da competição das plantas daninhas somente ocorre na soja sem capina. Portanto a soja sem capina pode expressar um ganho proporcionalmente superior à soja capinada para cada unidade de cobertura de aveia.

A soja é uma planta que possui elevada eficiência no uso da água (PROCÓPIO et al., 2002), o que significa que o favorecimento das condições abióticas, no caso a água, tem grande probabilidade de resultar em aumento de biomassa, e conseqüentemente de rendimento. Bortoluzzi e Eltz (2001) não encontraram diferença significativa no rendimento para soja cultivada com e sem resíduos de palha de aveia sobre o solo. Porém os autores utilizaram 4,17 Mg ha⁻¹ de resíduo de aveia, quantidade inferior à utilizada neste experimento.

3.5.4 Correlação Biomassa da Aveia e Índice de Colheita Aparente

O aumento no rendimento correlacionado a biomassa da aveia também é devido ao aumento do ICA da soja associado à biomassa da aveia, tanto as subparcelas capinadas como sem capina (Figuras 3.8 e 3.9).

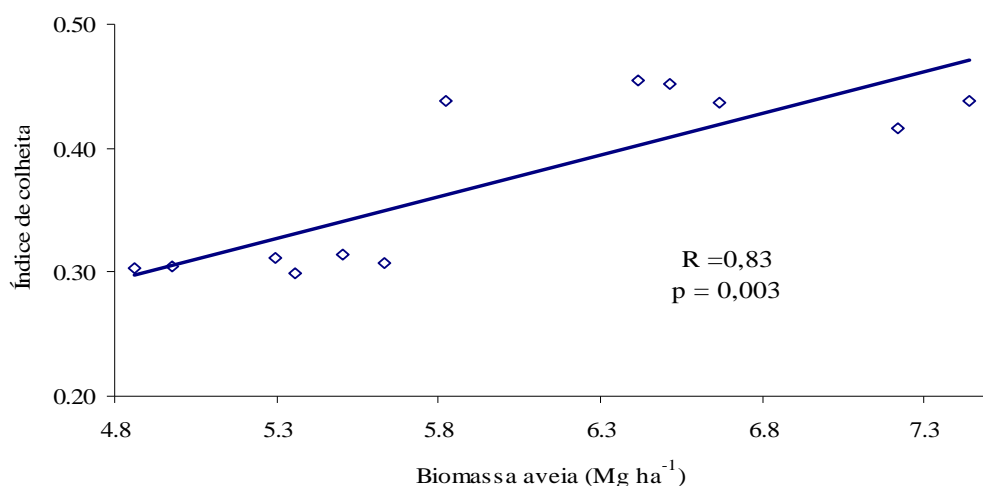


Figura 3.8 – Correlação da biomassa de aveia e do Índice de colheita aparente (ICA) da soja capinada das safras 2006/07 e 2007/08.

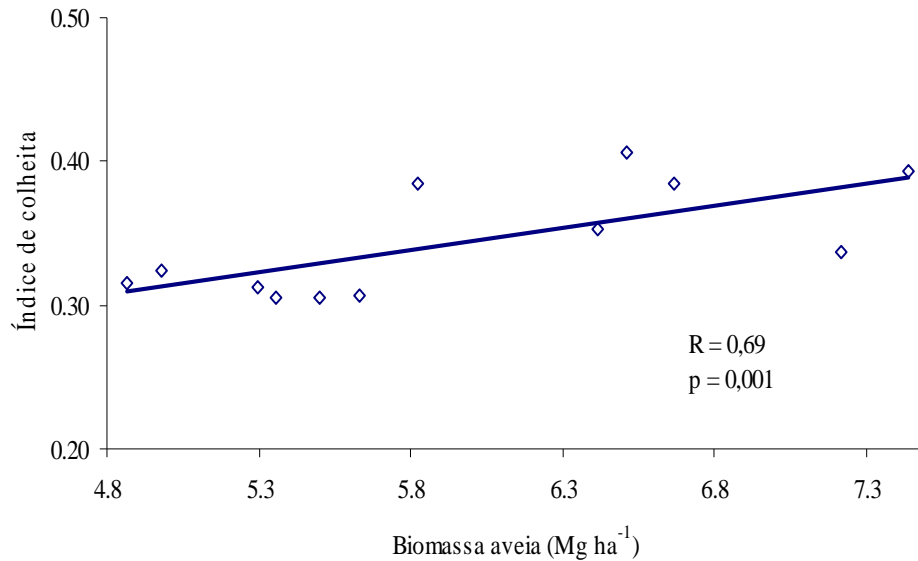


Figura 3.9 – Correlação da biomassa de aveia e do Índice de colheita aparente (ICA) da soja sem capina das safras 2006/07 e 2007/08.

Os valores máximos de ICA foram próximos a 0,45 na soja capinada e 0,40 na soja sem capina, obtidos com aproximadamente 7 Mg ha⁻¹ de resíduo de palha. Isso indica que nessa faixa de massa de aveia a competição de plantas daninhas interfere não apenas na capacidade de produção de biomassa da soja, mas também na eficiência da translocação de fotossintetizados para o grão.

Cabe ressaltar que o índice de colheita aparente (ICA) obtido da amostragem da planta madura, é diferente do índice de colheita (IC), obtido antes da perda de folha e pecíolos. Schapaugh Jr e Wilcox (1980), avaliando relações entre IC e ICA para soja, concluíram que o ICA tem maior potencial de uso, por ser mais facilmente obtido nos experimentos. Os mesmos autores constataram uma diferença entre os dois, variável de 23 a 39%. Porém, se os dois índices não podem ser relacionados diretamente numericamente, qualitativamente ambos os índices sofrem interferências de forma equivalente. Vale dizer que um fator que causa interferência em um índice também interfere no outro.

Garcia (1979), estudando as mesmas correlações e chamando o ICA de Índice de Colheita Sem Folhas e Pecíolo (ICSFP), verificou correspondência entre os dois índices em 19 de 26 variáveis avaliadas, inclusive entre IC e ICSFP, demonstrando sua equivalência na sensibilidade a fatores de interferência no rendimento da soja.

Diversos autores relacionaram menor IC com falta de água. Ball et al. (2000) encontraram variação de 0,38 a 0,65 no índice de colheita, e discutem que falta de água pode ser responsável por 90% da diminuição do IC. Confalone et al, 1998, verificaram redução de 16% no índice de colheita associado à falta de água, associado a uma redução de 42% da radiação fotossinteticamente ativa, devido a redução de duração da área foliar em 19%.

Imsande (1992) verificou que na ausência de adubação nitrogenada, o conteúdo de N nos grão de soja e IC não estavam correlacionados. Com isso ele sugeriu que a deficiência de N durante o estágio de enchimento de grão impediria a mobilização regular de compostos, no caso de nitrogenados, para o grão.

Isso foi comprovado por Serraj et al. (1999) que verificaram que a falta de água interfere na Fixação Simbiótica de N (FSN), reduzindo a quantidade de proteína disponível da planta e conseqüentemente seu potencial produtivo.

Como a fixação simbiótica de N é dependente de água no solo, novamente o fator disponibilidade de água aparece como fator regulador e responsável por diferentes mecanismos e funções na planta. Dentro deste raciocínio, em última instância, o aumento da disponibilidade de água pela maior proteção do solo seria o fator responsável pelo aumento de ICA observado nas Figuras 3.8 e 3.9.

Spaeth et al. (1984) avaliaram o efeito de estresse hídrico no IC, concluindo que não havia correlação entre esses fatores, contrariando a literatura anterior. Porém, os autores utilizaram soja não simbiótica e adubação nitrogenada, o que deixa inequívoco o resultado de Imsande (1992) discutido anteriormente, que a deficiência de N, se causada por deficiência hídrica, resultava em menor IC.

Lamego et al. (2004) citam que a competição de outras plantas pode provocar redução no IC, sem contudo indicar o nível da redução. Eles também confirmaram a informação de Bennett e Shaw (2000) de que estatura elevada e ciclo longo conferem maior competitividade à soja sobre outras plantas.

A cultivar BRS 257 utilizada no experimento apresenta altura média de 60 cm e ciclo de 115 dias em altitude de até 500 m (EMBRAPA, 2007), o que a classifica como uma espécie mais suscetível à competição por plantas. Apesar da sua seleção no melhoramento genético ter envolvido características desejáveis para o cultivo orgânico, como aparência de grão e resistência a doenças, seriam mais favoráveis para a maior competição se fossem mais dilatados a duração do seu ciclo e seu porte.

3.6 CONCLUSÕES

O aumento da biomassa da aveia pela adubação assim como o aumento do rendimento da soja capinada devido à adubação residual ocorreram apenas em ano sem limitação hídrica

O rendimento da soja sem capina foi equivalente ao da soja capinada quando houve baixa fertilização, alta cobertura de aveia e ausência de limitação hídrica.

A biomassa de aveia correlacionou-se positivamente com o rendimento e o Índice de Colheita Aparente da soja com e sem capina.

4 ADUBAÇÃO NA AVEIA E COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS NA SOJA ORGÂNICA EM PLANTIO DIRETO

4.1 RESUMO

Antes do plantio direto o controle de plantas daninhas era associado ao revolvimento do solo, o que aumenta processos erosivos. Com o aumento da área agrícola com plantio direto aumentou também o consumo de herbicidas, aumentando o impacto ambiental. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação na aveia sobre a supressão das plantas daninhas na soja orgânica em plantio direto. Foram aplicados seis doses de composto orgânico 0, 4, 8, 12, 16 e 20 Mg ha⁻¹ sobre a aveia no inverno, além de uma testemunha absoluta, sem aveia e sem adubo. No verão foi estabelecida a soja em plantio direto, e as parcelas foram subdivididas em com e sem capina. A adubação na aveia não resultou em aumento da biomassa da soja nem biomassa total em nenhuma das safras. A biomassa das plantas daninhas se correlacionou negativamente com o aumento da cobertura de aveia no solo, enquanto que o rendimento e a biomassa da soja se correlacionaram positivamente com a cobertura de aveia. A cobertura de aveia favoreceu a predominância do leiteiro em relação à outras daninhas.

Palavras-chave: *Euphorbia heterophylla*. *Avena* spp. Planta daninha. Adubação verde.

4.2 ABSTRACT

Before no-till system weed control was associated with soil tillage, which increases erosion. Increasing no-till areas also increased the use of herbicides, increasing the environmental impact. The aim of this study was to evaluate the influence of fertilization on oats on the suppression of weeds in organic soybeans in no-till. Six doses of organic compound 0, 4, 8, 12, 16 and 20 Mg ha⁻¹ were administered on the oats in winter, and a check control without fertilizer and without oats was established. In summer no-till soybean were subdivided into with and without weeding. Oats fertilization did not increase biomass neither total biomass of soybeans in any of the seasons. The weed's biomass was negatively correlated with increased coverage of oats over the ground, while soybean yield and biomass were positively correlated with oats' cover. Oats The coverage favored the predominance of wild poinsettia in relation to other weeds.

Keywords: *Euphorbia heterophylla*. Wild poinsettia. Oats. *Avena* SP. Weed. Green manure.

4.3 INTRODUÇÃO

O controle de plantas daninhas é atualmente muito dispendioso e demanda recursos energéticos na agricultura. Até a década de 1970 o controle das daninhas ocorria principalmente através do revolvimento do solo por arado, o que favorece a erosão. Com o desenvolvimento de herbicidas iniciou-se o plantio direto, ficando o controle de daninhas a cargo dos agrotóxicos. Porém o elevado custo financeiro e ambiental dessa dependência química no controle de daninhas impõe pesquisa de métodos menos impactantes ao meio ambiente e simultaneamente de menor custo financeiro. Além disso há um grande crescimento da demanda por produtos orgânicos, em cujo sistema de produção, apesar de não usar nenhum agrotóxico, em muitas regiões mantém o revolvimento do solo para realizar o controle de plantas daninhas.

Mesmo com o revolvimento do solo, a competição com plantas daninhas ao longo do ciclo de cultivo demanda cerca de 30% do custo de produção da soja orgânica, devido a necessidade de muitas capinas, o que já explica sua importância nesse sistema de produção.

Comparado com o cultivo convencional, o sistema de plantio direto favorece a incidência de determinadas espécies, como a *Euphorbia heterophylla*, popularmente conhecida como leiteiro ou amendoim-bravo (ALMEIDA, 1991). Dentre as plantas daninhas para a cultura da soja no estado do Paraná, o leiteiro apresenta a segunda maior importância de frequência e ocorrência, só perdendo para *Brachiaria plantaginea*, popularmente conhecida como papuã ou capim-marmelada (KRANZ et al., 2009). Em relação a todas as culturas apresenta a quarta posição de frequência e ocorrência.

Uma estratégia para controle de plantas daninhas em plantio direto reduzindo herbicidas é utilizar plantas de cobertura de inverno para a produção de palha em quantidade suficiente para suprimir as plantas daninhas na lavoura subsequente de verão. A intensidade do efeito supressor sobre daninhas é função da quantidade de biomassa que permanece no solo (MELANDER et al., 2005; CHARLES et al., 2006; BOUND; GRUNDY, 2001), sendo essa quantidade um parâmetro atualmente proposto para caracterizar a qualidade da prática do plantio direto (CASÃO JR. et al., 2006).

As plantas de cobertura tem efeito supressivo sobre daninhas proporcional à biomassa acumulada, indicando que práticas que aumentem a biomassa melhoram o controle de daninhas (MELANDER et al., 2005; CHARLES et al., 2006; BOUND;

GRUNDY, 2001).

O estudo para aumento da biomassa das plantas de cobertura ocorre em algumas frentes de pesquisa: seleção de espécies mais adaptadas edafoclimaticamente, utilização de consórcios e adubação. Para o Paraná a aveia foi bastante estudada e indicada como planta de cobertura pela rusticidade, resistência a pragas, doenças e condições ambientais e elevada produção de biomassa (CHAVES; CALEGARI, 2001; SANTOS et al., 2006; SILVA et al., 2007; TORRES et al., 2008).

Já se verificou o potencial de redução das plantas daninhas pela cobertura da aveia, principalmente de papuã, em trabalhos com quantidade de palha de aveia realizados por de Kathouninan (2004) e Theisen et al. (2000). Porém, esses autores não se ocuparam com a problemática de como aumentar essa cobertura de aveia.

O uso de composto orgânico é uma prática que atende às normas do sistema orgânico de produção. Um maior nível de controle cultural de daninhas pode ser alcançado com uma maior produção de biomassa da aveia pela adubação com composto.

Porém a adubação de plantas de cobertura não é prática corrente, pois significa um custo adicional ao já exíguo rendimento agrícola, sendo comum adubar apenas a cultura comercial, no caso a soja. Contudo, a antecipação da adubação da cultura de verão, não deve incrementar o custo de produção, mas apenas alterar a época de aplicação do fertilizante. Nesse manejo a fertilidade é focada numa outra perspectiva, considerando o sistema produtivo como unidade de trabalho e não como uma única cultura comercial.

É prática corrente adubar a soja por ocasião da semeadura, mas há questionamento sobre este ser o momento mais adequado dessa prática. A antecipação da adubação agiliza a semeadura, por demandar menos tempo para recarregar a semeadora com adubo. O resultado é a maior agilidade para realizar o plantio nas épocas mais recomendadas (MATOS et al., 2006).

Um ponto chave para viabilizar essa prática é que a cultura de verão adubada antecipadamente deve manter produtividade semelhante à adubada na semeadura. Diversos estudos mostraram que o efeito residual da adubação antecipada equivale à aplicação no plantio, o que foi verificado com milho (MUGWIRA et al., 2002, EGHBALL et. al.), grão-de-bico (SING et al., 1999), trigo e soja (LANTMANN et al., 1997) e adubação potássica na soja (FOLONI; ROSOLEM, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influencia da adubação na aveia e o efeito resultante sobre a supressão das plantas daninhas na soja orgânica em plantio direto.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras 2006-2007 e 2007-2008 na estação experimental do Iapar em Londrina, PR (latitude 23°27'S, longitude 51°57'W e altitude de 585m), sendo que a pluviosidade do período está apresentada nas Figuras 4.1 e 4.2.

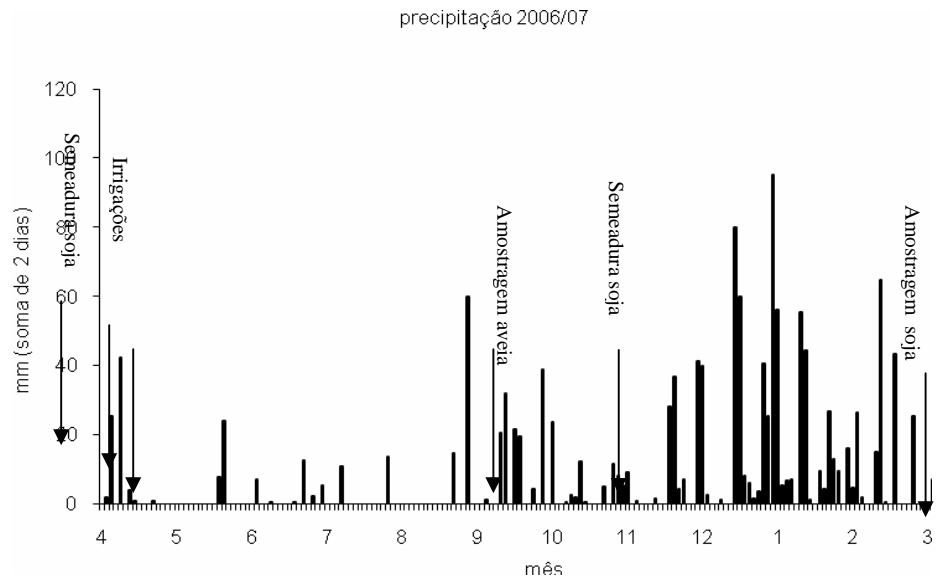


Figura 4.1 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07
Fonte: IAPAR, 2009.

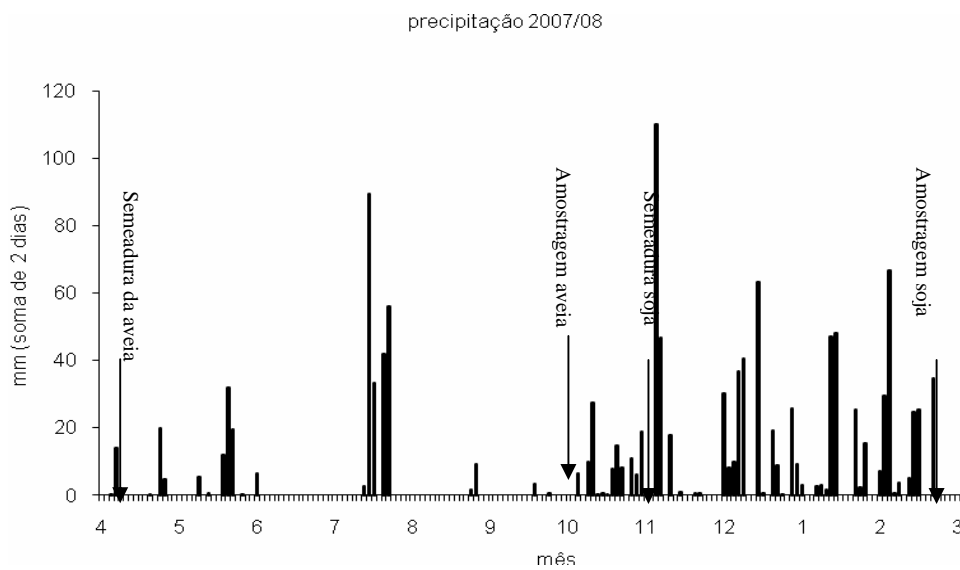


Figura 4.2 – Precipitação e indicações de manejo em 2007/08.
Fonte: IAPAR, 2009.

Os tratamentos constaram de seis doses de aplicação de composto (esterco bovino) antes da semeadura da aveia: 0, 4, 8, 12, 16 e 20 Mg ha⁻¹, mais uma testemunha absoluta: sem aveia e sem adubação. Não foi efetuada a capina de plantas daninhas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas sub-divididas e cinco repetições.

A variável avaliada na aveia foi a biomassa ao final do ciclo antes da rolagem. Na soja foi avaliado o rendimento em grãos. A biomassa das plantas daninhas foi coletada por ocasião da colheita da soja. O material foi coletado em três sub-amostras de 0,25 m⁻² cada. O material das coletas foi seco a 65 °C por 72 horas para determinação da biomassa seca. Para a discussão de resultados denominou-se biomassa total a soma das biomassa da soja e das plantas daninhas por ocasião da colheita de soja.

Para evitar o efeito cumulativo da adubação, em cada safra os experimentos foram conduzido em campos diferentes. A composição do adubo orgânico utilizado está descrito na Tabela 4.1, e o resultado da análise de solo das áreas experimentais está na Tabela 4.2. Para possibilitar uma infestação homogênea de plantas daninhas, foi semeado superficialmente o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) na proporção de 800 sementes m⁻² em toda a área experimental antes da semeadura da aveia.

Tabela 4.1 – Teores de nutrientes do composto orgânico aplicado na aveia (g kg⁻¹).

Nutrientes/ ano	N	P	K	Ca	Mg	Umidade
	g.kg-1			g.kg-1		(%)
2006	14,56	12,37	3,60	81,16	2,86	12%
2007	12,30	3,90	10,00	13,40	4,10	46%

Tabela 4.2 – Resultado da análise química de solo.

Avaliação/ Ano	P	C	pH	Al	Al+H	Ca	Mg	K	T	V
	Mg dm-3	g dm-3	CaCl	Cmolc dm-3 solo		Cmolc dm-3 solo		Cmolc dm-3 solo		(%)
2006	3,7	16,75	5,3	0,0	4,27	6,02	2,67	0,75	13,71	68,85
2007	5,3	15,81	5,3	0,0	3,97	3,92	2,63	0,50	11,02	63,97

As parcelas constaram de 20 linhas de aveia com 8 m de comprimento espaçadas de 0,2 m entre si (4m x 8m). Foram semeadas à base de 60 kg de sementes por hectare de uma mistura, em partes iguais em peso, de sementes de IAPAR-61 (*Avena strigosa*) e de IPR-126 (*Avena sativa*), ambas de ciclo longo. Para efeito de avaliação, descartaram-se como bordadura as quatro linhas de cada lado da parcela e o primeiro metro de todas as linhas nas bordas da parcela.

Na safra de verão, subsequente à aveia, as parcelas receberam 10 linhas de soja BRS 257, espaçadas de 0,4 m entre si. Descartaram-se como bordadura as duas linhas laterais e um metro nas bordas das parcelas. Devido a grande deficiência hídrica no inverno de 2006 foram realizadas 2 irrigações de 30 mm cada no início do ciclo da aveia, indicadas na Figura 4.1. Após o plantio da soja foi realizado uma capina de preparo em ambas as safras.

Os dados foram submetidos à análise de variância e utilizou-se o Teste de Tukey a 5% de significância para comparação entre médias das parcelas com aveia. Para comparação das parcelas com e sem aveia utilizou-se o Teste de Dunnett. Para a resposta das culturas ao fertilizante, utilizou-se a análise de regressão, e análise de correlação de Pearson para correlação com a cobertura de biomassa de aveia sobre o solo.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Doses de Composto e Biomassa da Aveia

Não houve efeito de doses do composto sobre a produção de biomassa da aveia, em 2006 (Figura 4.3). Esse resultado difere tanto do saber corrente de que a aveia é uma espécie que responde à fertilização, como também dos resultados obtidos por Santi et al. (2003) em Santa Maria – RS. A ausência de resposta pode ser atribuída à estiagem, que não teria sido integralmente compensada pelas irrigações aplicadas. A somatória das precipitações durante o período de crescimento da aveia foi de apenas 97 mm nos primeiros 4 meses (Iapar, 2009) que somados aos 60 mm aplicados resultam em 157 mm, um total ainda insuficiente para a plena expressão do potencial da aveia, que ocorre com aproximadamente 480 mm (BACCHI et al., 1996).

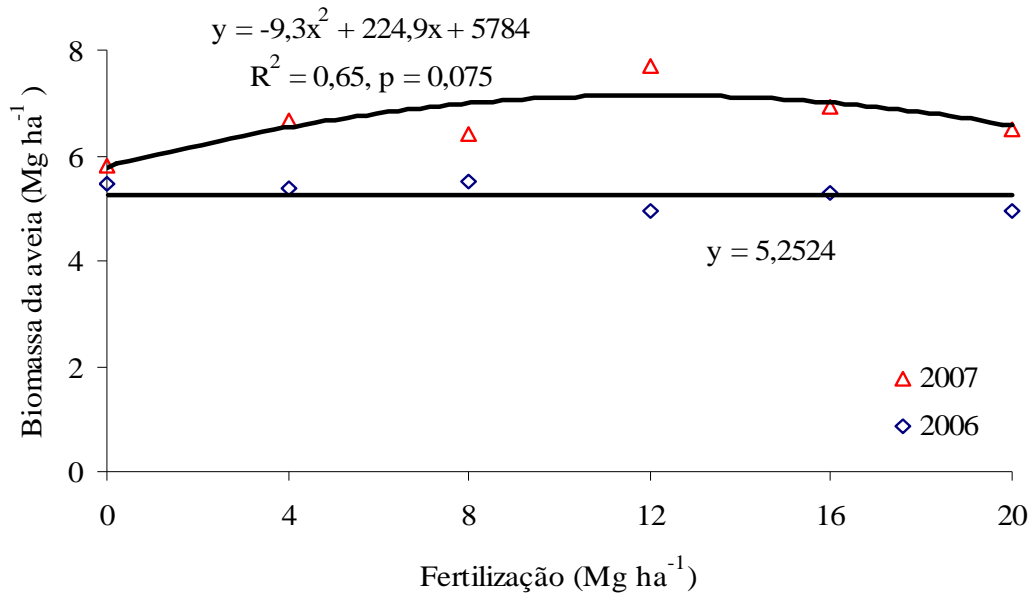


Figura 4.3 – Efeito da fertilização sobre a biomassa da aveia em 2006 e 2007.

Em 2007 a aveia respondeu com acréscimo de biomassa até a dose de 12 Mg ha⁻¹ de composto, considerando $p = 0,075$ (Figura 4.3). Houve acamamento da aveia, principalmente nos tratamentos com doses maiores, o que explica a menor produção de biomassa no tratamento com a maior dose (20 Mg ha⁻¹). Essa redução se dá tanto pela menor eficiência fotossintética causada pela alteração de arquitetura das plantas e pela ocorrência de doenças, como pela decomposição de biomassa, sendo as duas últimas, decorrentes do contato da parte aérea das plantas com o solo.

Comparativamente a 2006, as precipitações em 2007 foram maiores, totalizando 352 mm durante o ciclo da aveia, com 30 mm (30%) a mais nos primeiros 90 dias, o que pode explicar a diferença entre os anos. Contudo, mesmo em 2007, as precipitações foram insuficientes para que o desenvolvimento da aveia fosse semelhante ao dos bons anos climáticos e, também, devem ter sido insuficientes para a decomposição do composto.

Apesar do acamamento, sintoma de intensa fertilização, a houve concentração da pluviosidade, ocorrendo 223 mm entre 14 a 24 de julho, que representou 63% do total de 352 mm de chuva no ciclo da aveia em 2007. Essa quantidade de água seria o suficiente para que a aveia expressasse o acamamento nas parcelas com maior adubação, mas devido a menor umidade no restante do ciclo isso deve ter limitado a plena expressão de

seu potencial.

A máxima biomassa obtida, 7.699 Mg ha⁻¹, foi 32% maior que a da testemunha sem composto. Porém esse incremento é baixo quando comparado ao obtido em experimentos semelhantes, nos quais foram utilizados fertilizantes minerais, e sem haver restrições hídricas (SANTI et al., 2003). Outro fator que limitou a resposta da aveia à adubação foi a fertilidade dos solos utilizados, que já era de nível média a alta, conforme Tabela 4.2.

4.5.2 Dose de Composto na Aveia e Resposta na Soja

Nos dois anos avaliados houve pequena variação na biomassa total e de soja (Figuras 4.4 e 4.5) em função da adubação antecipada. A biomassa total é o resultado da capacidade produtiva primária do sistema. Além disso, quando duas ou mais espécies entram em competição, a amplitude de seus nichos ecológicos diminui, o que reduz a competição (DAJOZ, 2005).

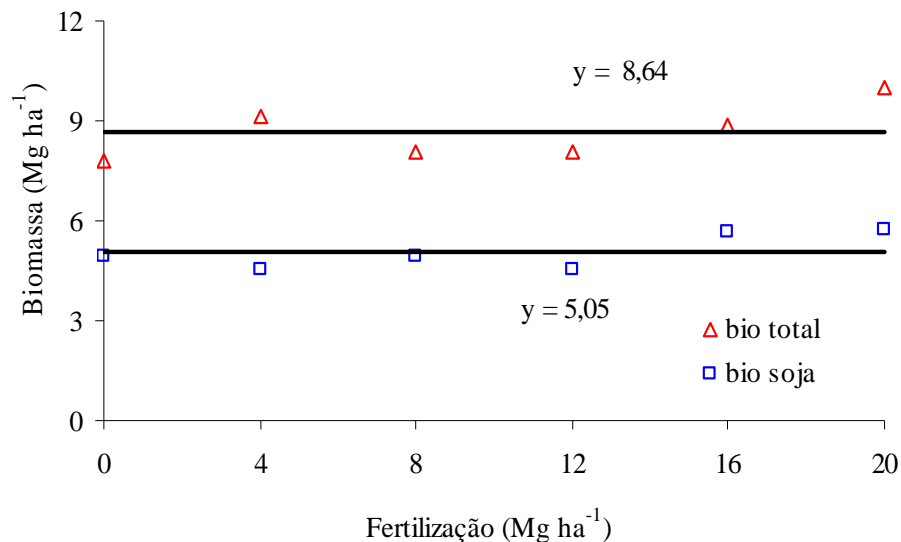


Figura 4.4 – Biomassa total e da soja por ocasião da colheita de soja 2006/07

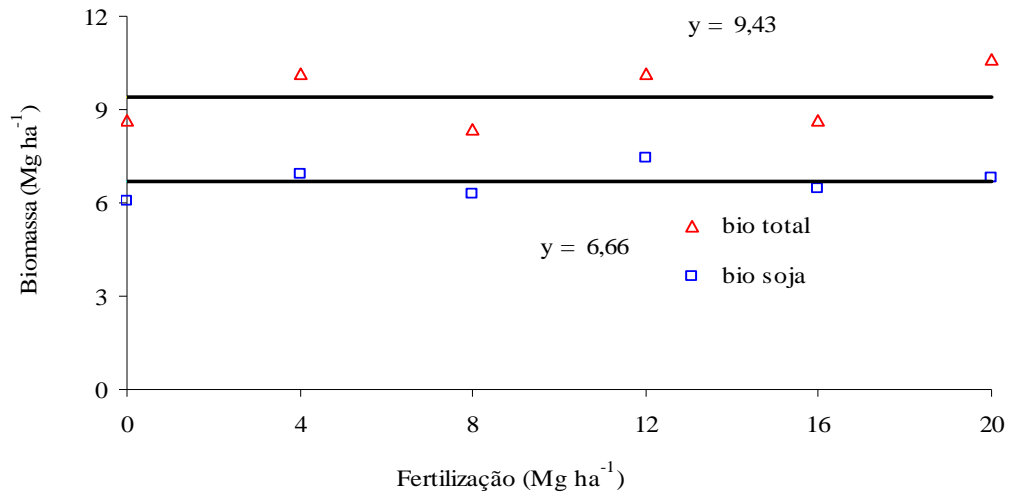


Figura 4.5 – Biomassa total e da soja por ocasião da colheita de soja 2007/08

Tanto em 2006/07 quanto em 2007/08 não houve efeito da adubação na aveia sobre a biomassa da aveia e biomassa total. Na média dos tratamentos ocorreu maior participação da biomassa da soja em 2007/08 comparado a 2006/07, indicando que neste ano as condições foram mais favoráveis à cultura. Kumudini et al. (2008) verificaram que a ferrugem asiática, observada com intensidade na soja neste experimento em 2006/07, causa redução de rendimento diminuindo a área verde fotossintetizante, a acumulação de matéria seca, e o índice de colheita, o que reforça a explicação do menor resultado em 2006/07.

A soja é uma planta altamente competitiva, com maior taxa de produção de biomassa seca total, maior índice de área foliar e maior eficiência em converter a radiação interceptada em biomassa, comparada a outras espécies como o leiteiro (SANTOS et al., 2003). Dada a alta capacidade competitiva da soja, outro fator externo como a maior disponibilidade de água em 2007/08 pode ter auxiliado a soja expressar sua capacidade competitiva como maior produção de biomassa.

Na média dos anos, a biomassa das plantas daninhas foi maior em 2006/07, enquanto a biomassa total do sistema ficou próximo a 9 Mg ha⁻¹ nos dois anos estudados. Isso serve de indicativo que nas condições estudadas a produtividade não seria obtida apenas com adubação de forma independente do controle de daninhas, pois o potencial produtivo do sistema não foi responsivo à adubação.

4.5.3 Correlação da Biomassa da Aveia

O contraste da evolução da biomassa da soja e das plantas daninhas indica uma contraposição clara (Figura 4.6). O aumento de 400 g de biomassa da soja por quilo de aveia ocorre juntamente com a diminuição de 500g de biomassa de plantas daninhas.

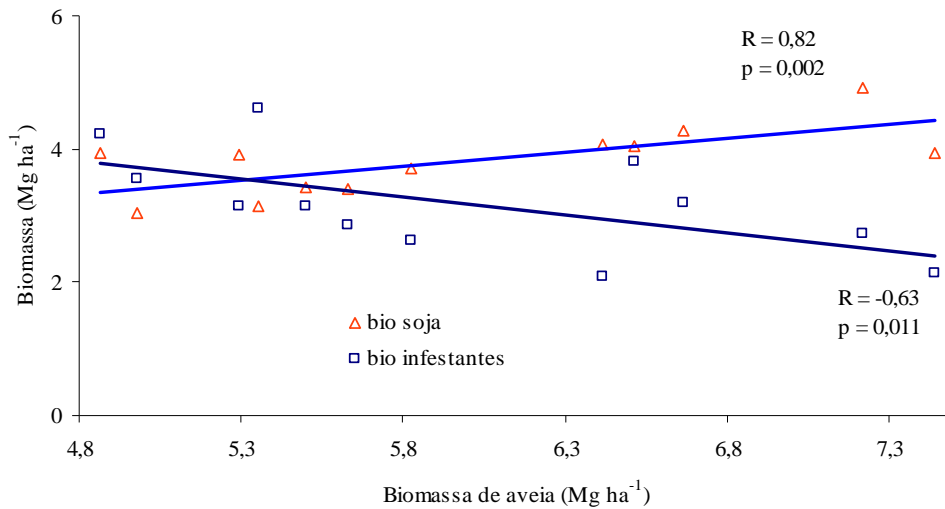


Figura 4.6 – Correlação da biomassa da aveia e a biomassa soja e da biomassa das plantas daninhas nas duas colheitas.

Procópio et al. (2002) verificaram que a soja tem maior eficiência no uso da água, comparada a plantas como o leiteiro, que é a principal espécie competidora presente no experimento. Além disso, Procópio et al. (2003) verificaram que a soja possui maiores taxas de expansão foliar que outras espécies, como o leiteiro. Portanto, as condições que propiciaram à aveia maior produção de biomassa foram também aproveitados pela soja devido a sua competitividade.

A biomassa das plantas daninhas foi superior à biomassa da soja até a cobertura de 5,3 Mg ha⁻¹ de aveia aproximadamente, sendo que a partir desta cobertura de aveia a soja passa a ter maior biomassa. Como a biomassa total não apresentou diferença entre os tratamentos, significa que essa variação de cobertura de aveia não contribuiu para um aumento da produção de biomassa total do sistema. Apenas ocorreu a transferência do aproveitamento fotossintetizante das plantas daninhas para a soja. Para a obtenção de aumento na biomassa do sistema, outros fatores devem ser trabalhados, como a diminuição

de perdas por pragas e doenças, ou mesmo a maior disponibilidade de água para o sistema e maior cobertura de aveia.

É importante destacar que o efeito residual da adubação está presente nessa correlação entre a biomassa da aveia e as outras variáveis, uma vez que o delineamento dos tratamentos utilizado neste experimento não permite separar esse efeito, o que não foi considerado nos artigos consultados sobre o tema.

A contraposição entre o rendimento da soja e a biomassa das plantas daninhas (Figura 4.7) se deu exatamente na mesma proporção que o decréscimo da biomassa das plantas daninhas. Ou seja, para cada quilo de biomassa de aveia acrescentado ao solo diminuiu 500 g de biomassa de daninhas e simultaneamente aumentou 500 g de grãos de soja.

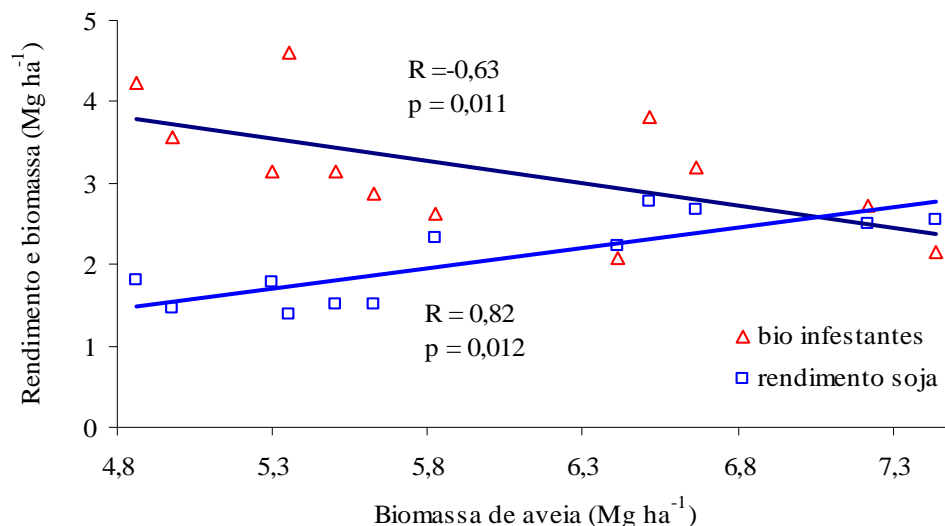


Figura 4.7 – Correlação da biomassa da aveia e o rendimento da soja e a biomassa das plantas daninhas nas duas colheitas.

Tanto a biomassa como o rendimento da soja cresceram proporcionalmente a uma menor competição de plantas daninhas, o que é conhecido da literatura. Thiesen et al. (2001) observaram ganhos de 158 g de soja por quilo de aveia na cobertura do solo, inferior aos resultados deste experimento.

Bortoluzzi e Elzt (2001) não observaram diferença entre manejos da aveia, com manejo com rolo-faca e em pé, na soja sem capina. Isso foi válido tanto no rendimento da soja quanto na biomassa de plantas daninhas, mesmo os valores sendo mais favoráveis para a soja sobre aveia em pé.

Além do efeito supressivo da aveia sobre as plantas daninhas, a biomassa

da aveia também altera fatores abióticos, ou seja, ocorre redução da temperatura máxima do solo, diminuição da variabilidade da temperatura do solo, diminuição tanto da evapotranspiração quanto na evaporação, resultando em maior disponibilidade hídrica do solo (CALEGARI et al., 1992), além dos nutrientes que vão sendo liberados da mineralização da biomassa. Todos esses fatores contribuem indiretamente para o aumento do rendimento da soja.

4.5.4 Biomassa das Plantas Daninhas

O efeito competitivo da plantas daninhas apresenta alta correlação com a biomassa dessas plantas (MESCHEDÉ et al., 2004). Os resultados referentes a biomassa seca do leiteiro e outras plantas daninhas amostradas por ocasião da colheita da soja em 2006/07 e 2007/08 estão apresentadas nas Figuras 4.9. Apesar da variação dos resultados, não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos para a biomassa de leiteiro em nenhuma das safras. A comparação dos tratamentos com e sem aveia foi realizado pelo teste de Dunnett, e entre as médias com aveia foi realizado com Tukey.

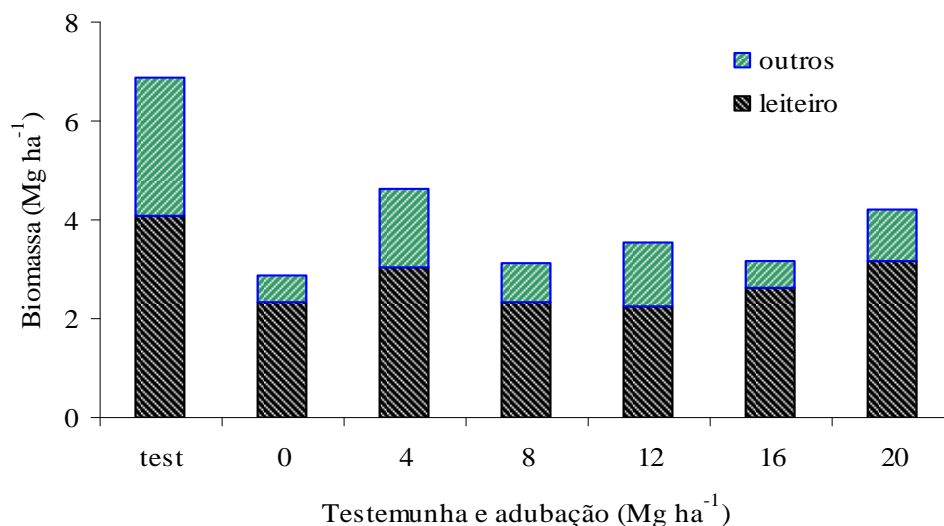


Figura 4.8 – Biomassa de leiteiro e outras plantas daninhas na colheita da soja sem capina na safra 2006/07.

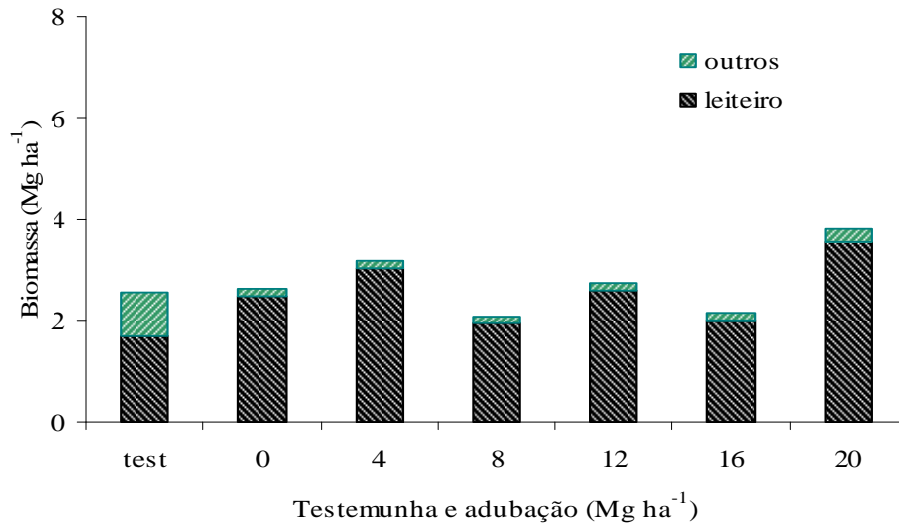


Figura 4.9 – Biomassa de leiteiro e outras plantas daninhas na colheita da soja sem capina na safra 2007/08.

Na média dos anos em 2007/08 a biomassa do leiteiro foi menor, o que esteve associado a um maior desenvolvimento da soja neste ano. Não houve variação significativa na biomassa de outras espécies em 2006/07. O valor da biomassa de outras espécies foi numericamente maior nos dois anos para o tratamento sem aveia, e significativamente diferente pelo teste de Dunnet a 5% de todos os tratamentos com aveia em 2007/08. Tanto em 2006/07 como em 2007/08 houve predominância de leiteiro como espécie infestante, principalmente nos tratamentos com aveia.

Apesar de ter ocorrido a distribuição inicial das sementes de leiteiro, o resultado confirmou o relato da literatura de que há uma supressão seletiva da aveia, favorecendo a predominância do leiteiro como espécie principal no caso estudado (ALMEIDA, 1991), já que no tratamento sem aveia a participação de outras espécies foi maior. Porém, essa variação na flora não resultou em diferença nem na produção total de biomassa de plantas daninhas nem sobre a produtividade da soja.

Khatounian (2004), estudando papuã, verificou uma consistência em dois anos de experimento quanto a redução da biomassa de plantas daninhas por cobertura de aveia. O resultado encontrado no estudo atual, com leiteiro, é compatível com esse resultado da literatura, conforme Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Biomassa de plantas daninhas (Mg ha⁻¹) na soja em plantio direto correlacionada com biomassa de aveia.

Cobertura do solo	5 Mg ha ⁻¹ de aveia	7,5 Mg ha ⁻¹ de aveia
Khatounian 2001/02	4,0	2,6
Khatounian 2002/03	5,5	2,8
Média do presente estudo 2006/07 e 2007/08	3,9	2,7

Os resultados são coerentes entre si, demonstrando que a produção de biomassa de plantas daninhas com cobertura de 5 toneladas de aveia oscila entre 4 a 5,5 Mg ha⁻¹, enquanto que sob 7,5 toneladas de biomassa de aveia a biomassa das daninhas ficou abaixo de 3 Mg ha⁻¹, demonstrando a repetibilidade do resultado, mesmo havendo variação na flora infestante principal.

4.6 CONCLUSÕES

A adubação na aveia não resultou em aumento da biomassa da soja, nem biomassa total em nenhuma das safras.

A biomassa das plantas daninhas se correlacionou negativamente com o aumento da cobertura de aveia no solo, enquanto que o rendimento e a biomassa da soja se correlacionaram positivamente com a cobertura de aveia.

A cobertura de aveia favoreceu a predominância do leiteiro em relação a outras daninhas.

5 INFESTAÇÃO DE PLANTAS NA SOJA ORGÂNICA SUBSEQUENTE À CAPINA NA AVEIA.

5.1 RESUMO

Com o advento do plantio direto o controle de plantas daninhas resultou em aumento do consumo de herbicidas, aumentando o impacto ambiental. Sem herbicidas o controle mais frequente é com aração do solo, o que é um retrocesso enquanto conservação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da capina e de doses de composto orgânico aplicadas na aveia sobre a produção de biomassa dessa cultura e o efeito resultante na cultura da soja orgânica subsequente, em plantio direto com e sem capina. Três doses de composto 0, 8, e 16 Mg ha⁻¹ foram aplicadas sobre a aveia no inverno, sendo que para cada dose de composto houve os manejos com e sem capina. A soja foi estabelecida no verão em plantio direto, e as parcelas foram subdivididas em com e sem capina na soja. A capina e a adubação na aveia não se diferenciaram, nem em relação à produção de biomassa de aveia, nem no rendimento da soja. O resultado da capina na aveia não foi consistente para diferenciar a soja capinada da soja sem capina. O aumento da cobertura de biomassa de aveia explicou o aumento do rendimento e do Índice Aparente de Colheita (IAC) da soja com e sem capina, bem como a redução da biomassa total de daninhas e de outras espécies.

Palavras-chave: *Euphorbia heterophylla*. Aveia. *Avena* spp. Planta daninha. adubação verde. Capina. Plantio Direto.

5.2 ABSTRACT

With the advent of no-till production weed control resulted in more use of herbicides, increasing the environmental impact. Plowing the soil is the most frequent alternative to herbicides, which is a setback in soil conservation. The aim of this study was to evaluate the effect of weeding and doses of organic compost in oats on biomass production of this crop and the resulting effect on subsequent soybean crop in no-till organic with and without weeding. Three doses of organic compound 0, 8, and 16 Mg ha⁻¹ were administered on the oats in winter, and for each dose of fertilizer there were both with or without weeding. Soybeans were planted in no-till system, and were subdivided into with and without weeding in soybeans. The weeding and fertilization on oats did not differentiate the biomass of oats neither soybean yield. The weeding in oat was not consistent to differentiate soybean weeded and nonweeded. Increased oats biomass explained the bigger apparent harvest index and soybean weeded and nonweeded, as well as reduced the total weed biomass.

Keywords: *Euphorbia heterophylla*. Oats. *Avena* spp. Weed. Green manure. Weeding. No-till.

5.3 INTRODUÇÃO

Atualmente, na região sul do Brasil a maior parte do plantio de soja é no sistema plantio direto, que é dependente de controle químico de plantas daninhas. Apesar do plantio direto trazer como benefício menor erosibilidade do solo, tem o custo financeiro dos agrotóxicos e também ambiental. Assim, métodos menos impactantes ao meio ambiente e menos dispendiosos são necessários na situação atual de exigência de preservação ambiental e redução de custos de produção. Além disso, há um aumento da demanda por produtos orgânicos. Em muitas regiões de cultivo orgânico o revolvimento do solo ainda é utilizado para realizar o controle de plantas daninhas, trocando um impacto de contaminação química por outro geológico.

A palha das culturas de invernos que permanecem sobre o solo suprime a emergência de plantas daninhas. Porém, entre as transformações devidas à adoção do plantio direto, está a seleção de determinadas espécies como predominantes no sistema agrícola, a exemplo da *Euphorbia heterophylla*, popularmente conhecida como leiteiro ou amendoim bravo (ALMEIDA, 1991), que para a cultura da soja no estado do Paraná apresenta a segunda maior importância de frequência e ocorrência (KRANZ et al., 2009).

As plantas de cobertura têm efeito supressivo sobre daninhas proporcional à biomassa acumulada, indicando que práticas que aumentem a biomassa igualmente melhorarão o controle de daninhas (MELANDER et al., 2005; CHARLES et al., 2006; BOND; GRUNDY, 2001), sendo que no caso da aveia existe a rusticidade e a popularização de seu uso no sul do Brasil (KATHOUNINAN, 2004), destacando-se como espécie de cobertura do solo nesta região.

Também para o Paraná, a aveia foi bastante estudada e indicada como planta de cobertura pela rusticidade a pragas, doenças e condições ambientais e elevada produção de biomassa (CHAVES; CALEGARI, 2001; SANTOS et al., 2006; SILVA et al., 2007; TORRES et al., 2008).

Utilizando composto orgânico para adubar a aveia, poder-se-ia conseguir maior quantidade de cobertura com a palha da aveia, além de ser uma prática dentro das normas produção orgânica. Para a adubação de plantas ser viável e adotada pelos produtores, não deve aumentar os custos de produção. Uma solução seria antecipar a adubação da cultura de verão, para o inverno, aplicando-a na aveia, o que não provocaria incremento no custo de produção, mas apenas alteração da época de aplicação do fertilizante. Nesse manejo, a

fertilidade deve ser focada considerando o sistema produtivo como unidade de trabalho, ao invés de uma única cultura comercial.

A antecipação da adubação agiliza a semeadura da cultura de verão, por demandar menos tempo para recarregar a semeadora com adubo, facilitando o plantio nas épocas mais recomendadas (MATOS et al., 2006).

Além do manejo da espécie de cobertura, há de se considerar a capacidade de infestação das plantas na área. Como a infestação nessas regiões é significativamente de espécies anuais, dependentes da disseminação de sementes, o controle na produção de sementes pode resultar em menor infestação (CARMONA, 1995).

Uma das dificuldades para a erradicação dessas plantas é decorrente de sua elevada capacidade de produção de sementes, que permanecem enterradas no solo e podem levar à reinfestação da área de cultivo (WILLARD; GRIFFIN, 1993). Essas sementes lançadas ao solo constituirão o banco de sementes.

O tamanho e a composição do banco de sementes refletem todo o manejo adotado no controle de plantas daninhas na área. Uma redução desse banco pode significar menor problema com plantas daninhas em áreas agrícolas e, portanto, menor necessidade de controle (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

Dessa forma, a capina no inverno contribuiria para esgotar o banco de sementes do solo, além de evitar a produção de novas sementes, sendo um manejo indispensável dentro da estratégia de controle de daninhas na produção orgânica (KHATOUNIAN; PENHA, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação na aveia, associado ou não à capina na aveia, e o efeito resultante destes tratamentos sobre a supressão das plantas daninhas na soja orgânica em plantio direto.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras 2006-2007 e 2007-2008 na estação experimental do Iapar em Londrina, PR (latitude 23°27'S, longitude 51°57'W e altitude de 585m), sendo que a pluviosidade do período está apresentada nas Figuras 5.1 e 5.2.

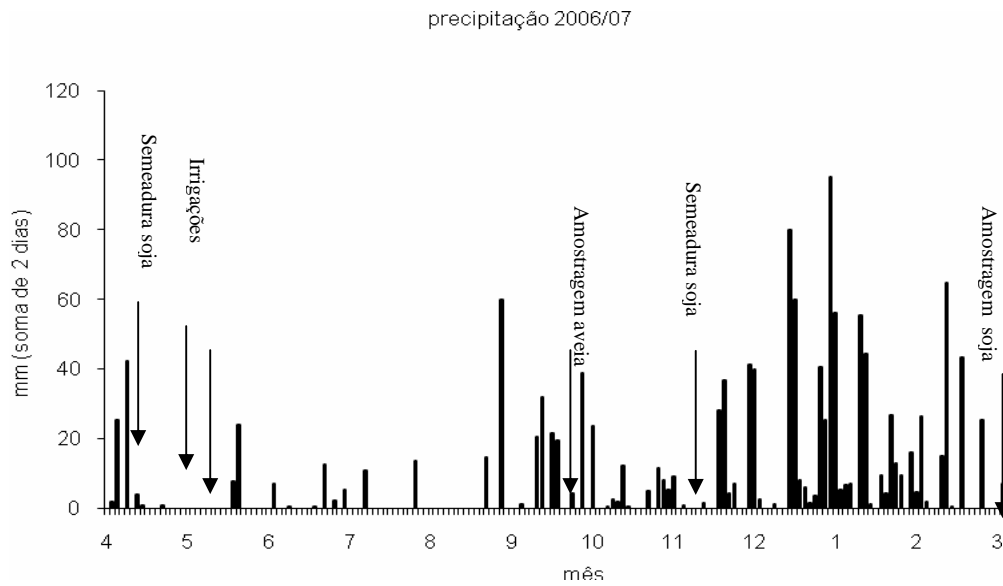


Figura 5.10 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07
Fonte: IAPAR, 2009.

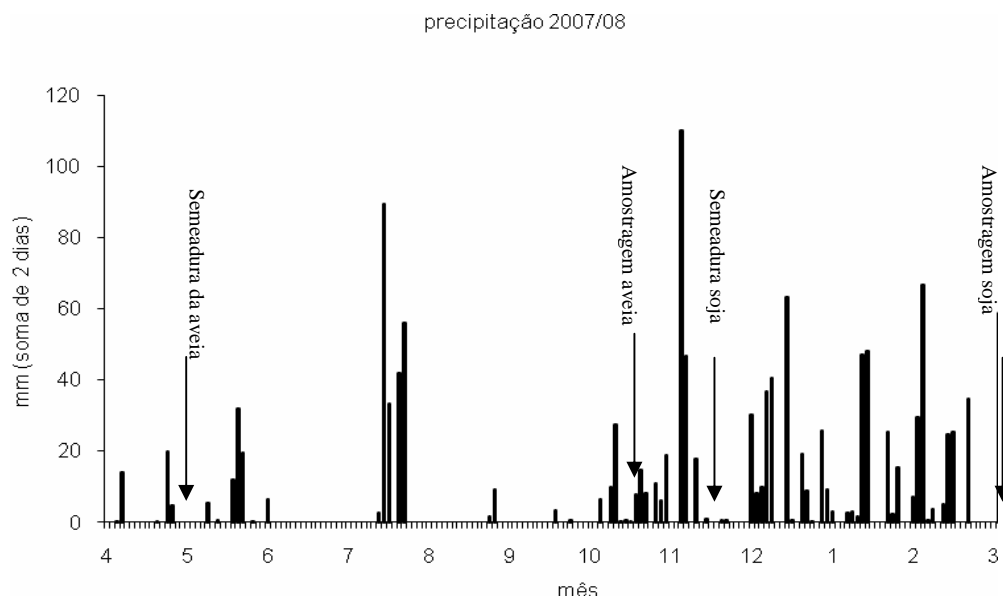


Figura 5.11 Precipitação e indicações de manejo em 2007/08.
Fonte: IAPAR, 2009.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco repetições, com parcelas subdivididas apenas no verão. Os tratamentos de parcela foram aplicados no inverno e constaram de três doses de aplicação de composto (esterco bovino) na aveia: 0, 8, e 16 Mg ha⁻¹ e dois manejos de daninhas: com ou sem capina no inverno, aplicados em

esquema fatorial 3x2. No verão os tratamentos de subparcelas foram com e sem controle de plantas daninhas.

As variáveis avaliadas foram biomassa da aveia ao final de seu ciclo e o rendimento de grãos de soja. O Índice de Colheita Aparente (ICA) foi obtido pelo peso de grãos dividido pela biomassa total da parte aérea da planta madura de soja. Para a discussão de resultados denominou-se biomassa total a soma das biomassas da soja e das plantas daninhas por ocasião da colheita de soja. O material das coletas foi seco a 65 °C por 72 horas para determinação da biomassa seca, a peso constante.

Para evitar o efeito cumulativo da adubação, em cada safra o experimento foi conduzido num campo diferente, com a adubação ocorrendo antes do plantio da aveia. A composição do adubo orgânico de esterco de curral utilizado está descrita na Tabela 5.1, e a análise dos solos utilizados estão na Tabela 5.2. Para possibilitar uma infestação homogênea de plantas daninhas, foi semeado superficialmente *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) na proporção de 800 sementes m⁻² em toda a área experimental antes do plantio da aveia.

As parcelas constaram de 20 linhas de aveia com 8 m de comprimento, espaçadas de 0,2 m entre si (4m x 8m), semeadas à base de 60 kg de sementes por hectare de uma mistura, em partes iguais em peso, de sementes de *Avena strigosa* (aveia-preta) IAPAR-61 e *Avena sativa* (aveia-branca) IPR-126. A aveia foi manejada com rolo-faca uma semana antes do plantio da soja. Para efeito de avaliação, descartaram-se, como bordadura, as quatro linhas de cada lado da parcela e o primeiro metro de todas as linhas nas bordas da parcela.

Na safra de verão subsequente à aveia, as parcelas receberam 10 linhas de soja BRS 257, espaçadas de 0,4 m entre si. Descartaram-se, como bordadura, as duas linhas laterais e um metro nas bordas das parcelas.

Tabela 5.3 – Teores de nutrientes do composto orgânico aplicado na aveia (g kg⁻¹).

Nutrientes/ ano	N	P	K	Ca	Mg	Umidade
	g.kg-1					(%)
2006	14,56	12,37	3,60	81,16	2,86	12%
2007	12,30	3,90	10,00	13,40	4,10	46%

Tabela 5.4 – Resultado da análise química de solo.

Avaliação/ Ano	P Mg dm-3	C g dm- 3	pH CaCl	Al	Al+H	Ca	Mg	K	T	V (%)
			-----			Cmolc dm-3 solo	-----			
2006	3,7	16,75	5,3	0,0	4,27	6,02	2,67	0,75	13,71	68,85
2007	5,3	15,81	5,3	0,0	3,97	3,92	2,63	0,50	11,02	63,97

Devido a grande deficiência hídrica no inverno de 2006 foram realizadas duas irrigações de 30 mm cada no início do ciclo da aveia, indicadas na Figura 1. Em ambas as safras foi realizado uma capina de preparo após a semeadura da soja. Posteriormente foi realizada uma capina na sub-parcela capinada.

Para a análise estatística, realizou-se a análise de variância e utilizou-se o Teste de Tukey a 5% de significância para comparação entre médias.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Biomassa da Aveia

Não foi constatada diferença entre tratamentos sobre a produção de biomassa da aveia para os dois anos, conforme Figuras 5.3 e 5.4, contrariamente ao esperado de trabalhos como Santi et al. (2003) em Santa Maria – RS. A menor pluviosidade seria suficiente para causar essa ausência de resposta, pois mesmos as irrigações aplicadas em 2006 não teriam sido suficientes. A somatória das precipitações durante o período de crescimento da aveia foi de apenas 97 mm nos primeiros 4 meses (IAPAR, 2009) que somados aos 60 mm aplicados resultam em 157mm, um total ainda insuficiente para a plena expressão do potencial da aveia, que ocorre com aproximadamente 480 mm (BACCHI et al., 1996).

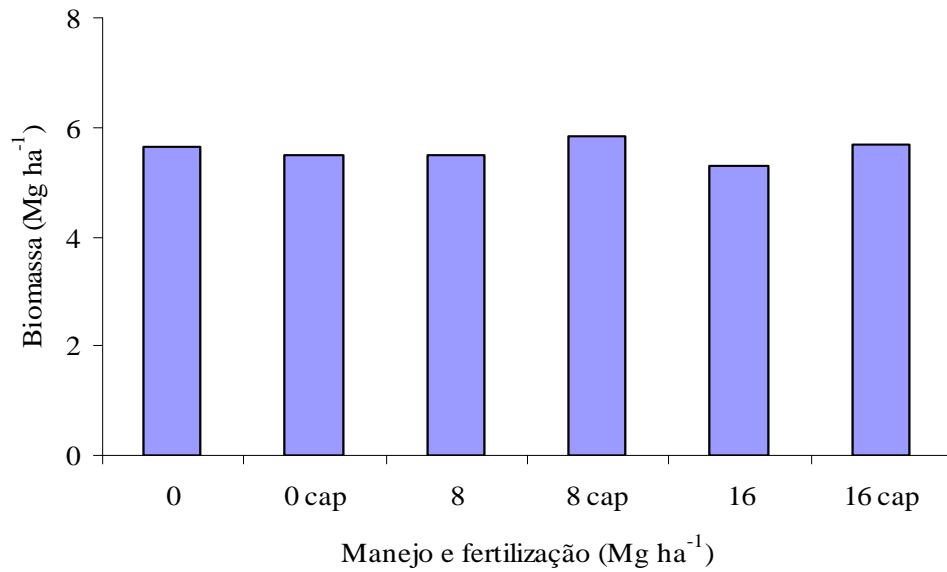


Figura 5.12 – Efeito da fertilização e capina sobre a produção de biomassa de aveia em 2006

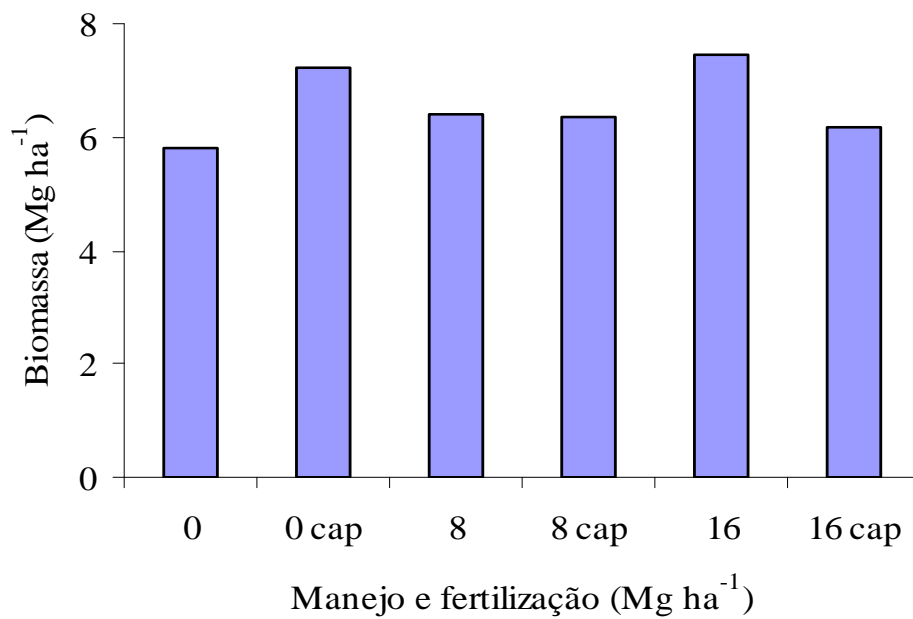


Figura 5.4 – Efeito da fertilização e capina sobre a produção de biomassa de aveia em 2007.

Comparativamente a 2006, as precipitações em 2007 foram maiores, totalizando 352 mm durante o ciclo da aveia, o que pode explicar a maior produção da média da biomassa em 2007. Contudo, mesmo em 2007 as precipitações foram insuficientes para o

desenvolvimento pleno da aveia, e, possivelmente, insuficientes também para a liberação de nutrientes do composto, o que explicaria os resultados superiores obtidos com adubação da aveia por Ceretta et al (2005).

5.5.2 Biomassa Total

A biomassa total é o resultado da capacidade produtiva primária do sistema. Além disso, quando duas ou mais espécies entram em competição, a amplitude de seus nichos ecológicos diminui, o que reduz a competição (DAJOZ, 2005). Nas Figuras 5.5 e 5.6 estão apresentados os resultados da biomassa da soja e biomassa total do sistema.

A organização dos dados desta forma permite visualizar a variação do desenvolvimento dos grupos de plantas (soja e daninhas), isoladamente ou no conjunto, devido ao favorecimento por algum fator ou tratamento.

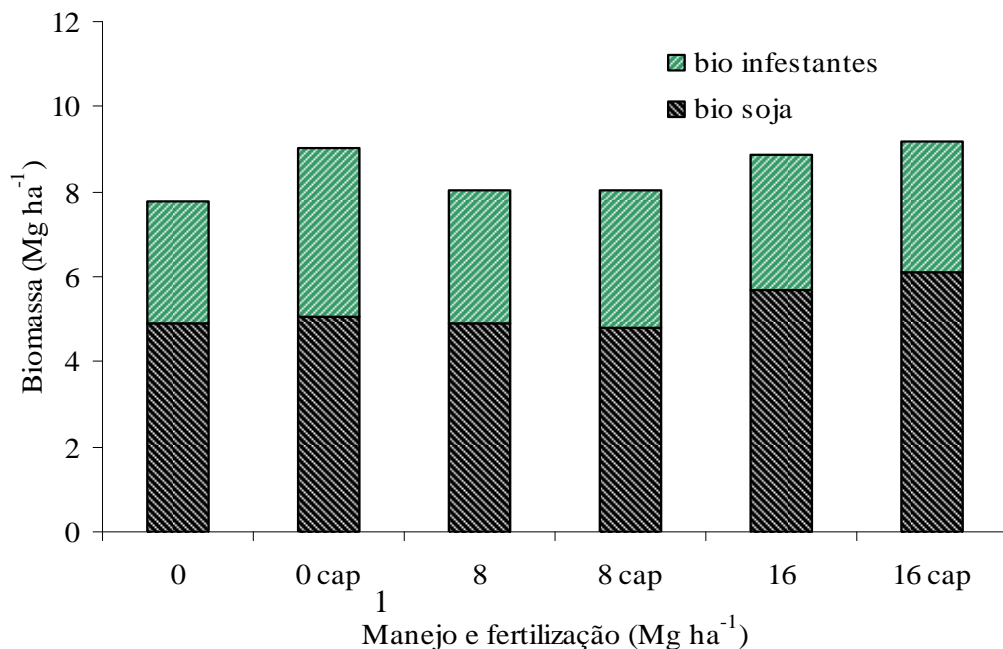


Figura 5.13 Biomassa da soja sem capina e das plantas daninhas na safra 2006/07.
¹ Capina na aveia (cap)

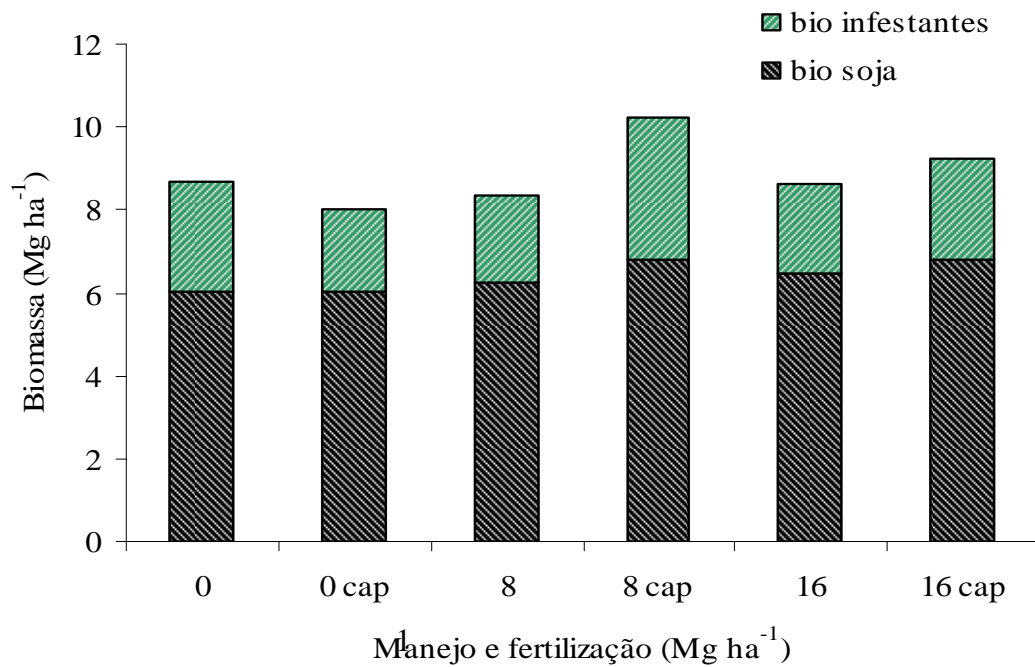


Figura 5.14 – Biomassa da soja sem capina e das plantas daninhas na safra 2007/08.

¹ Capina na aveia (cap)

Os tratamentos aplicados não provocaram alterações significativas nos dois anos estudados. Em 2007/08 a média da biomassa da soja foi superior que a 2006/07, sendo a causa do aumento da biomassa total, que também aumentou no mesmo ano. Em 2007/08 ocorreu uma maior pluviosidade no ciclo da soja, e a uma melhor distribuição das chuvas. Procópio et al. (2002) verificaram que a soja tem maior eficiência no uso da água, comparado a plantas como o leiteiro, que é a principal espécie presente no experimento, explicando o resultado superior da biomassa da soja em 2007/08.

Kumudini et al. (2008) verificaram que a ferrugem asiática, observada com intensidade na soja neste experimento em 2006/07, causa redução de rendimento diminuindo a área verde fotossintetizante, a acumulação de matéria seca, e o índice de colheita, o que reforça a explicação do menor resultado em 2006/07.

A soja é uma planta altamente competitiva, com maior taxa de produção de biomassa seca total, maior índice de área foliar e maior eficiência em converter a radiação interceptada em biomassa, comparado a outras espécies como o leiteiro (SANTOS et al., 2003). A maior disponibilidade de água em 2007/08 possibilitou a soja expressar sua capacidade competitiva como maior produção de biomassa.

5.5.3 Rendimento da Soja

O rendimento da soja em 2006/07 não apresentou diferença pelo tratamento de capina na aveia nem pelas doses de adubação. Mas houve diferença no rendimento devido à capina na soja (Figura 5.7 e Tabela 5.5), o que significa que nesse ano nenhum dos dois fatores, separados ou em combinação, foram suficientes para compensar a capina.

Esse resultado significa que nesse ano os tratamentos foram insuficientes para permitir que a soja sem capina tivesse uma menor competição por plantas daninhas. Ou seja, não houve aumento do efeito supressivo da aveia pela adubação, nem diminuição da competição das plantas daninhas pela capina no inverno.

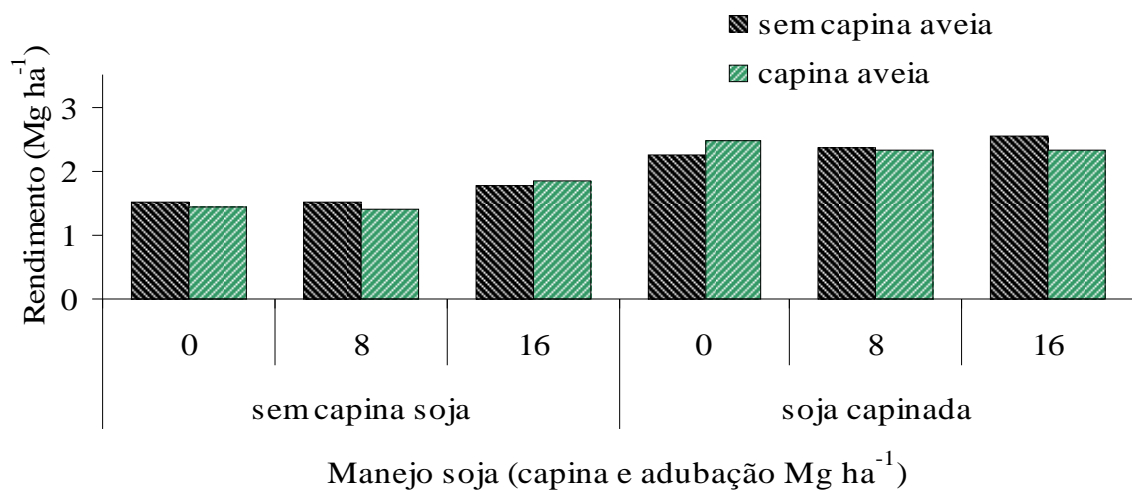


Figura 5.15 –Rendimento da soja em 2006/07 com tratamentos com capina na aveia e sub-parcelas capinadas da soja.

Porém, em 2007/08 ocorreu diferença significativa no rendimento da soja com e sem capina. Na soja apenas nos tratamentos com 8 Mg ha⁻¹ sem capina na aveia e 16 Mg ha⁻¹ com capina na aveia (Figura 5.8). Nos demais tratamentos não houve diferença, indicando que a competição das plantas daninhas foi reduzido em relação à safra anterior. Os manejos de capina e fertilização na aveia não provocaram diferença no rendimento de grãos em 2007/08.

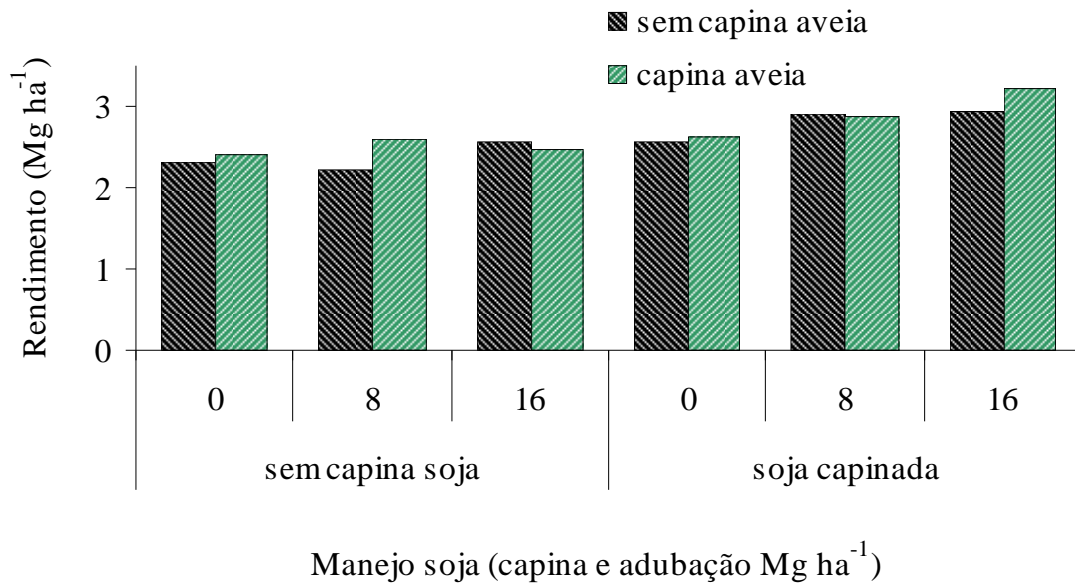


Figura 5.16 – Rendimento da soja em 2007/08 com tratamentos com capina na aveia e sub-parcelas capinadas da soja.

A soja possui elevada capacidade competitiva, o que lhe possibilitou superar a competição das plantas daninhas em 2007/08 em alguns tratamentos. Avaliando o desenvolvimento foliar da soja e do o leiteiro, Procópio et al. (2003) verificou maior taxa de emissão e expansão foliar da soja, além de duração da área foliar e do coeficiente de extinção antes e após o florescimento, o que é um indicativo da competitividade da soja diante do leiteiro.

Procópio et al. (2004) comparando o leiteiro e outras plantas daninhas com soja concluiu que as plantas daninhas produziram menor biomassa seca e apresentaram menor enfolhamento que a cultura.

Bortoluzzi e Elzt (2001) avaliando diferentes manejos de 4,17 Mg ha⁻¹ de cobertura de aveia em Santa Maria - RS, verificaram que a soja sem capina sobre aveia rolada proporcionou menor produtividade em relação a soja capinada. Porém quando a soja foi semeada sobre aveia em pé, sem manejo, não houve diferença com a soja capinada.

Trabalhando com palha de aveia-preta para controle de papuã, Khatounian (2004) verificou produtividade equivalente entre soja capinada e sem capina quando a quantidade de palha foi de 6 Mg ha⁻¹ ou mais, estando a aveia cortada sobre o solo.

Em 2006/07, a quantidade de palha de aveia foi inferior a 6 Mg ha⁻¹. Porém

em 2007/08, com a quantidade de palha em média superior a 6 Mg ha^{-1} , ainda ocorreu diferença entre soja com e sem capina em dois tratamentos. O fato da capina de preparação que deveria ter ocorrido antes do plantio da soja ter sido realizado após a semeadura da soja também colaborou para esse resultado.

Porém diferentemente de Khatounian (2004), além do aumento da biomassa de aveia existe também o efeito residual da adubação. Essas diferenças ocorreram em tratamentos adubados, incluindo a máxima adubação. Os resultados podem indicar que a capacidade supressora da aveia capinada encontra-se no limiar entre permitir ou não que o rendimento da soja sem capina seja equivalente à soja capinada.

5.5.4 Biomassa de Leiteiro e Outras Daninhas

O resultado da biomassa de leiteiro e de outras plantas daninhas estão apresentados nas Figuras 5.9 e 5.10. Não houve diferença entre os tratamentos para a biomassa de leiteiro nem de outras espécies na safra 2006/07, nem para biomassa de leiteiro na safra 2007/08. Diferentemente do esperado, a época de adubação não variou o rendimento da soja, mas interferiu na flora infestante. A capina e a adubação com 16 Mg ha^{-1} resultaram em maior biomassa de outras espécies daninhas na safra 2007/08, constatado pelo teste de Tukey.

A soma da capina no inverno com a maior dose de adubação num ano mais chuvoso propiciaram melhores condições para o desenvolvimento de outras espécies em 2007/08. Note-se que em 2007/08 a média da biomassa das plantas daninhas foi menor, e a biomassa de outras espécies foi drasticamente reduzida.

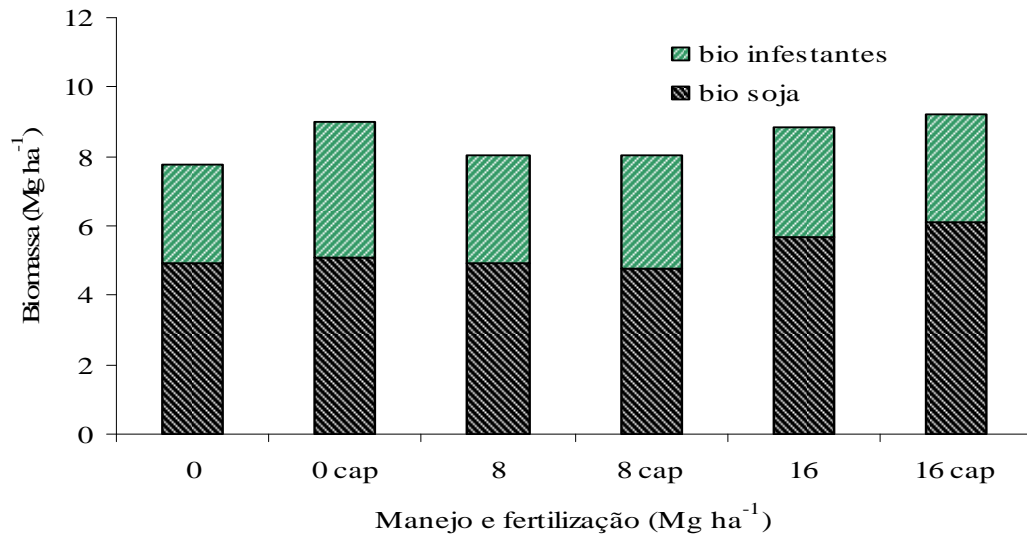


Figura 5.17 – Biomassa de leiteiro e outras daninhas na soja sobre manejo e fertilização na aveiana safra 2006/07.

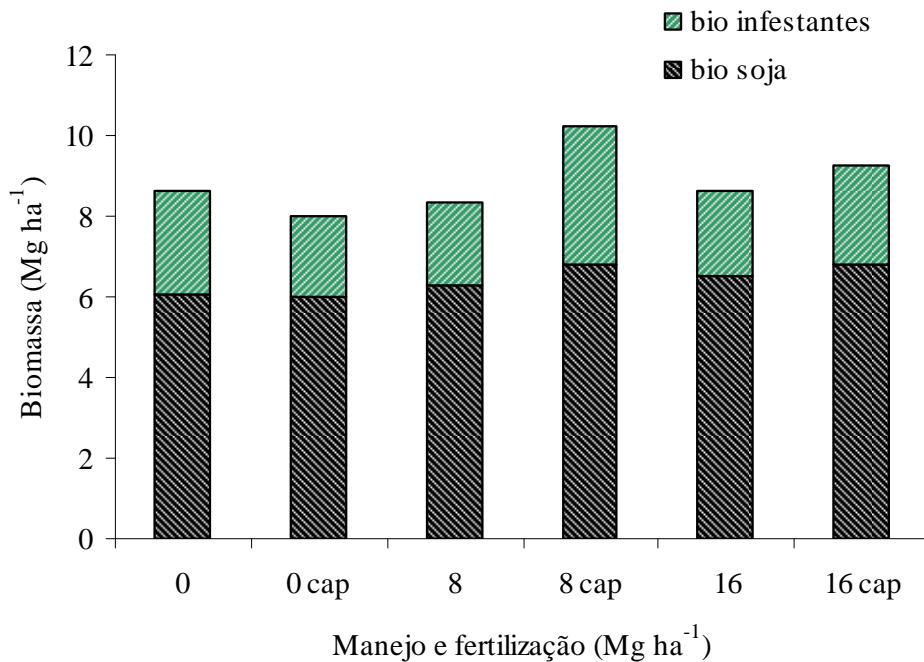


Figura 5.18 – Biomassa de leiteiro e outras daninhas na soja sobre manejo e fertilização na aveia na safra 2007/08.

Procópio et al. (2004) constataram que o leiteiro foi mais eficiente em aproveitar a luz por unidade foliar, resultando numa maior taxa de fotossíntese líquida por unidade de área que a soja. As espécies *Bidens pilosa* e *Desmodium tortuosum* estudados também por estes autores apresentaram menor eficiência do uso da água do que o leiteiro e a soja. Esses fatores, associados à infestação inicial de 800 sementes m⁻² podem explicar a preponderância do leiteiro como principal espécie na área.

5.5.5 Correlação da Biomassa de Aveia e Rendimento da Soja e Biomassa de Daninhas

Não se verificou correlação da biomassa do sistema com a biomassa da aveia. Porém, o rendimento da soja capinada (Figura 5.11) e da soja sem capina (Figura 5.12) se correlacionou positivamente com a biomassa da aveia.

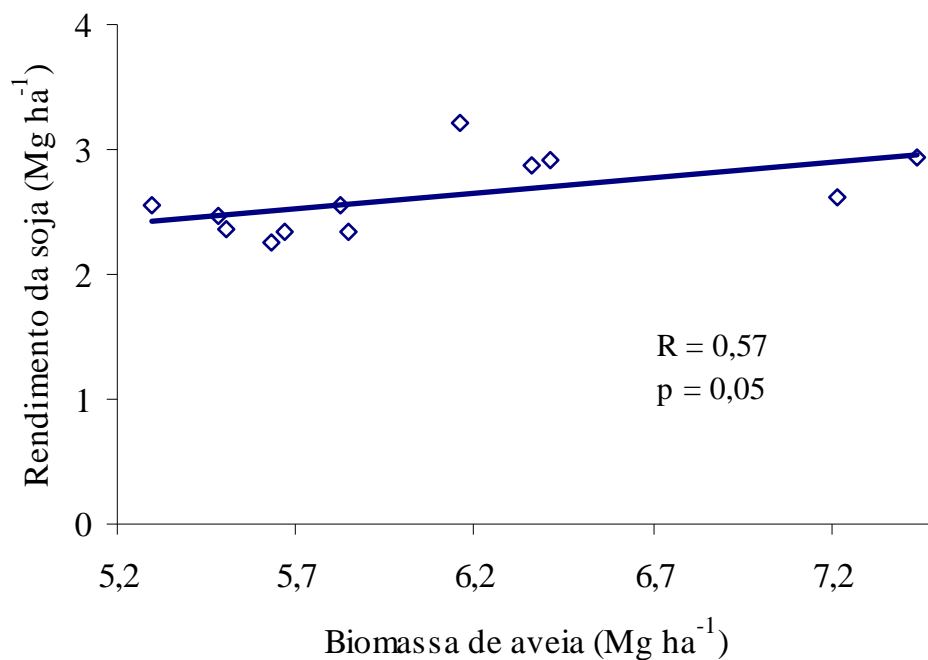


Figura 5.19 – Correlação do rendimento da soja capinada das duas safras e a biomassa da aveia.

O resultado indica que independentemente de ser um método de controle, a biomassa sobre o solo pode ser positiva para a produtividade da soja. Ainda, na Figura 5.12

contrasta a diminuição da biomassa das daninhas com o aumento da biomassa de aveia.

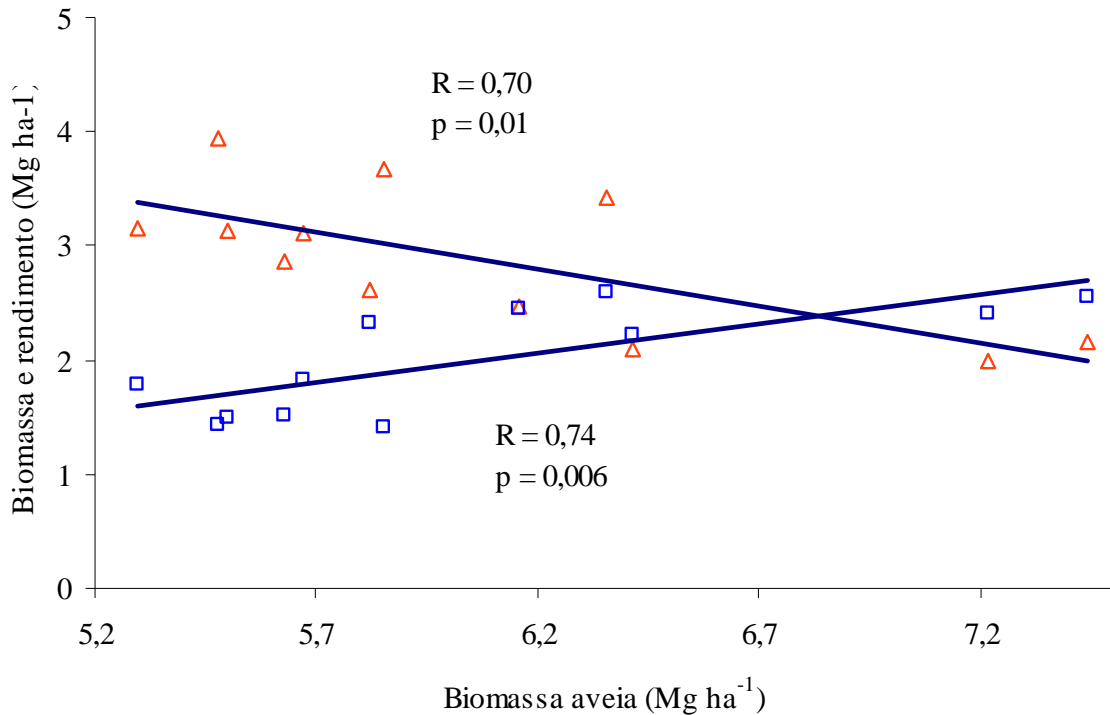


Figura 5.20 – Correlação do rendimento da soja capinada e Biomassa total das plantas daninhas das duas safras e da biomassa da aveia.

A soja, tanto com como sem capina, beneficia-se dos efeitos abióticos da palha da aveia, mas a supressão da competição das plantas daninhas somente ocorre na soja sem capina. Portanto a soja sem capina pode expressar um ganho proporcionalmente superior à soja capinada para cada unidade de cobertura de aveia.

Procópio et al. (2002) verificaram que a soja tem maior eficiência no uso da água, quando comparada a plantas como o leiteiro, que é a principal espécie competidora presente no experimento. Além disso Procópio et al. (2003) verificaram que a soja possui maiores taxas de expansão foliar que outras espécies, como o leiteiro. Portanto, as condições que propiciaram a aveia maior produção de biomassa foram também aproveitados pela soja devido a sua competitividade.

Como a biomassa total não apresentou diferença entre os tratamentos, significa que essa variação de cobertura de aveia não contribuiu para um aumento da produção de biomassa total do sistema. Apenas ocorreu a transferência do aproveitamento

fotossintetizante das plantas daninhas para a soja. Para a obtenção de aumento na biomassa do sistema, outros fatores devem ser trabalhados, como a diminuição de perdas por pragas e doenças, ou mesmo a maior disponibilidade de água para o sistema e maior cobertura de aveia.

É importante destacar que o efeito residual da adubação está presente nessa correlação com a biomassa da aveia, uma vez que o delineamento dos tratamentos realizado neste experimento não pode separar esse efeito, o que não foi considerado nos artigos consultados sobre o tema.

O ajuste da reta da correlação mostra a variação resultante do aumento de uma tonelada de cobertura de aveia. Para a biomassa das daninhas isso resultou numa diminuição de 653 kg, enquanto o rendimento da soja aumentou 509 kg.

Theisen et al., (2000), observaram ganhos de 158 kg de soja por tonelada de aveia, nos tratamentos sem capina. De acordo com os autores a equivalência entre soja com e sem capina ocorre com 10 Mg ha⁻¹ de palha de aveia. Nesse mesmo trabalho não diferiram o rendimento da soja sem capina entre 2 a 8 Mg ha⁻¹.

A biomassa de outras plantas daninhas apresentou correlação negativa com a biomassa da aveia, conforme Figura 5.13.

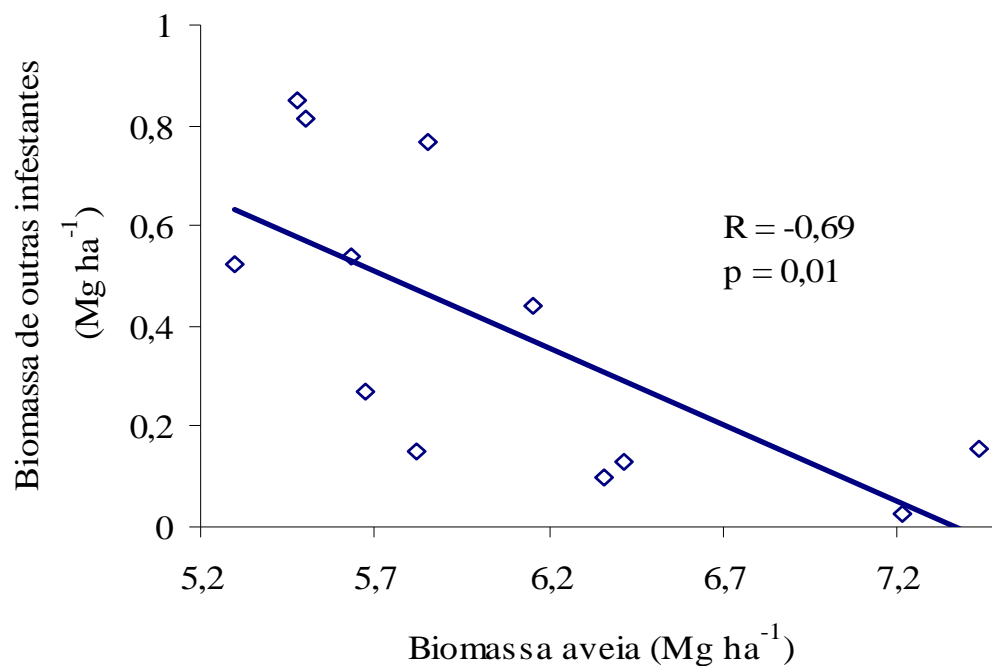


Figura 5.21 – Correlação da biomassa de outras daninhas e a biomassa da aveia.

Nesta caso, a diminuição de biomassa de plantas daninhas foi da ordem de 300 kg por tonelada de biomassa de aveia. A palha da aveia tem alto efeito supressivo, mas o leiteiro é favorecido nessa supressão, pois ele tem fotoblastia, ou seja, tem a germinação estimulada pela ausência de luz, provocada pela palha, o que permite que ele aumente de importância no plantio direto (ALMEIDA, 1991). Portanto as outras espécies sentirão mais intensamente esse efeito supressivo da palha de aveia, pois muitas são fotoblásticas positivas, ou seja, tem a germinação estimulada pela presença de luz e, em consequência haverá aumento na proporção de espécies mais adaptadas, como o leiteiro.

5.5.6 Índice de Colheita Aparente

O ICA da soja capinada e sem capina responderam significativamente com o aumento de rendimento da soja em função da biomassa da aveia (Figuras 5.14 e 5.15).

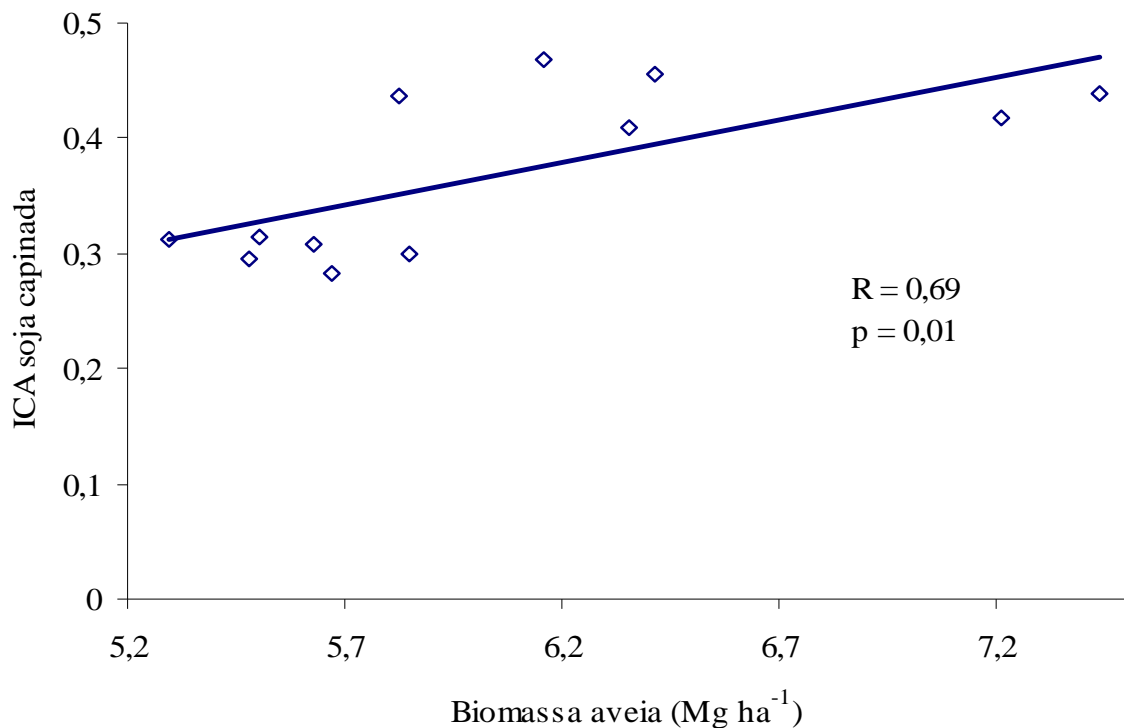


Figura 5.22 Correlação do ICA da soja capinada e da biomassa da aveia.

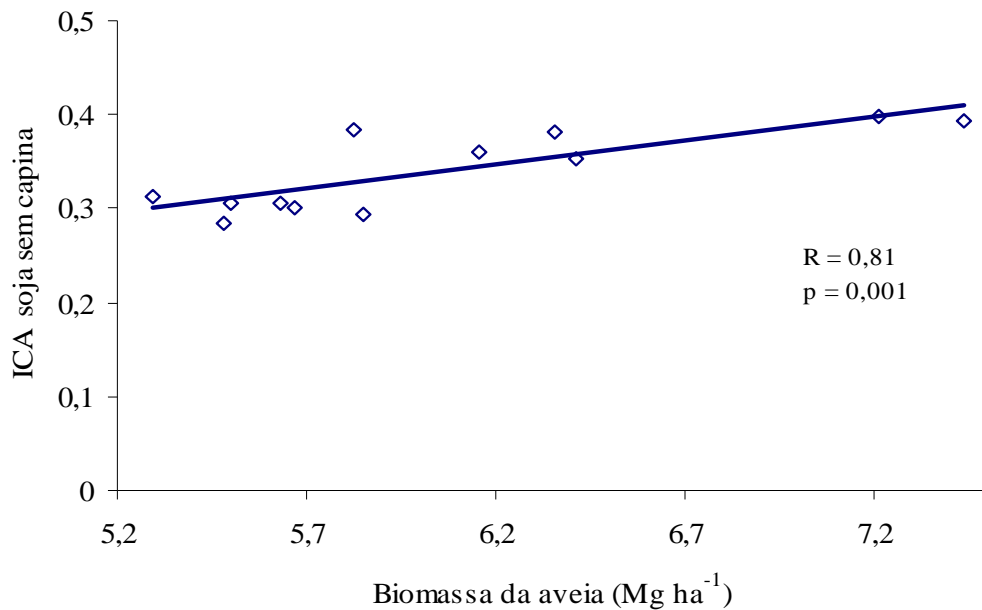


Figura 5.23 – Correlação do ICA da soja sem capina e da biomassa da aveia.

O Índice de Colheita Aparente (ICA) obtido da amostragem da planta madura, é diferente do Índice de Colheita (IC), obtido antes da perda de folha e pecíolos. Schapaugh Jr e Wilcox (1980), avaliando relações entre IC e ICA para soja, concluem que o ICA tem maior potencial de uso, já que é mais facilmente obtido nos experimentos. Os mesmos autores constataram uma diferença entre os dois, variável de 23 a 39%. Porém, se os dois índices não podem ser relacionados diretamente numericamente, qualitativamente ambos os fatores sofrem interferências de forma equivalente. Vale dizer que um fator que causa interferência em um índice também interfere com o outro.

Garcia (1979), estudando as mesmas correlações e denominando o ICA de Índice de Colheita Sem Folhas e Pecíolo (ICSFP), verificou correspondência entre os dois índices em 19 de 26 variáveis avaliadas, inclusive entre IC e ICSFP, demonstrando sua equivalência na sensibilidade a fatores de interferência no rendimento da soja.

Diversos autores relacionaram menor IC com falta de água. Ball et al. (2000) encontraram variação de 0,38 a 0,65 no índice de colheita, e discutem que falta de água pode ser responsável por 90% da diminuição do IC. Confalone et al, 1998, verificaram redução de 16% no índice de colheita associado à falta de água, associado a uma redução de 42% da radiação fotossinteticamente ativa, devido a redução de duração da área foliar em 19%.

Imsande (1992) verificou que na ausência de adubação nitrogenada, o conteúdo de N nos grãos de soja e IC não estavam correlacionados. Com isso ele sugeriu que a deficiência de N durante o estágio de enchimento de grão impediria a mobilização regular de compostos, no caso de nitrogenados, para o grão.

Isso foi comprovado por Serraj et al. (1999) que verificaram que a falta de água interfere na Fixação Simbiótica de N (FSN), reduzindo a quantidade de proteína disponível da planta e conseqüentemente seu potencial produtivo.

Como a fixação simbiótica de N é dependente de água no solo, novamente o fator disponibilidade de água aparece como fator regulador e responsável por diferentes mecanismos e funções na planta. Dentro deste raciocínio, em última instância, a disponibilidade de água seria o fator responsável pelo aumento de ICA observado.

Spaeth et al. (1984) avaliaram o efeito de estresse hídrico no IC, concluindo que não havia correlação entre esses fatores, contrariando a literatura anterior. Porém os autores utilizaram soja não simbiótica e adubação nitrogenada, o que deixa inequívoco o resultado de Imsande (1992) discutido anteriormente, que a deficiência de N, se causada por deficiência hídrica, resultava em menor IC.

5.6 CONCLUSÕES

A capina e a adubação na aveia não diferenciaram, nem a produção de biomassa de aveia, nem o rendimento da soja.

O resultado da capina na aveia não foi consistente para diferenciar a soja capinada da soja sem capina.

O aumento da cobertura de aveia explicou o aumento do rendimento e do IAC da soja com e sem capina, bem como a redução da biomassa total de daninhas e de outras espécies.

6 RESPOSTA À ANTECIPAÇÃO DA ADUBAÇÃO COM COMPOSTO ORGÂNICO NA SOJA ORGÂNICA EM PLANTIO DIRETO

6.1 RESUMO

O controle de plantas daninhas sempre foi um fator importante na agricultura. Com o advento do plantio direto, que utiliza apenas herbicidas, ocorreu um aumento do consumo desses produtos, aumentando o impacto ambiental. Sem herbicidas o controle mais frequente é com aração do solo, o que é um retrocesso enquanto conservação do solo. O objetivo deste trabalho foi estudar a época de adubação com composto orgânico, e o efeito resultante sobre a cultura da soja orgânica em plantio direto. O experimento teve um delineamento de blocos casualizados com parcelas sub-divididas: uma testemunha sem adubação na aveia, dois tratamentos com aplicações apenas na aveia: 4 e 8 Mg ha⁻¹; e dois tratamentos com aplicações apenas na soja: 4 e 8 Mg ha⁻¹. No verão todos os cinco tratamentos foram divididos em sub-parcelas: com e sem controle de plantas daninhas. Não houve diferença na biomassa da aveia devido à adubação nem houve diferença no rendimento da soja devido à época e às doses de adubação. Porém a maior adubação no verão resultou em menor biomassa das plantas daninhas, em ano sem restrição hídrica.

Palavras-chave: *Euphorbia heterophylla*. Aveia. *Avena* spp. Planta daninha., Adubação verde. antecipação da adubação.

6.2 ABSTRACT

Weed control has always been an important factor in agriculture. With the advent of no-tillage, which uses only herbicides, there was an increase in herbicides consumption, increasing the environmental impact. Without herbicide control the most frequent alternative is plowing the soil, which is a setback in soil conservation. The aim of this paper is to study season variation in fertilization with compost, and the resulting effect on no-till organic soybeans. There were five treatments with a control without fertilizer, and organic compost rates were applied only once, in summer or winter: two applications in oats: 4 and 8 Mg ha⁻¹, and two in soybean: 4 and 8 Mg ha⁻¹. In summer the treatments were divided into five sub-plots with and without wedding. There was no difference in biomass due to fertilization. There were no difference in soybean yield due to the season and the fertilization rates. But the biggest fertilizer in the summer resulted in smaller biomass of weeds in year without water restriction.

Keywords: *Euphorbia heterophylla*. Oats. *Avena* sp. Weed. Green manure. Anticipation of fertilization.

6.3 INTRODUÇÃO

No cultivo da soja em plantio direto no Paraná a adubação ocorre apenas no plantio. No inverno que antecede a cultura comercial são semeadas plantas de cobertura que produzem palha que serão mortas com rolo faca para formação da palha que servirá de base de cobertura para o sistema plantio direto. Essa cobertura do solo pela palha tem capacidade de controle das plantas daninhas na próxima cultura. Como a produção de biomassa responde à adubação, o resultado será uma maior supressão das daninhas.

Porém, a adubação de plantas de cobertura não é prática corrente, pois significaria um custo adicional ao rendimento agrícola, sendo comum adubar apenas a cultura comercial, no caso a soja. Contudo, a antecipação da adubação da cultura de verão não deve incrementar o custo de produção, mas apenas alterar a época de aplicação do fertilizante. Nesse manejo, a fertilidade é focada numa outra perspectiva, considerando o sistema produtivo como unidade de trabalho e não como uma única cultura comercial. Um ponto chave para viabilizar essa prática é que a cultura de verão adubada antecipadamente deve manter produtividade semelhante à adubada na semeadura.

Apesar da adubação da soja por ocasião da semeadura ser prática corrente, há questionamento sobre se esse momento é o mais adequado. A antecipação da adubação agiliza a semeadura, por demandar menos tempo para recarregar a semeadora com adubo, facilitando a adequação do momento do plantio nas épocas mais recomendadas (Matos et al., 2006).

Além disso, em diversos estudos verificou-se que o efeito residual da adubação antecipada equivale à aplicação no plantio, como em milho (MUGWIRA et al., 2002, EGHBALL; LESOING, 2000) e grão-de-bico (SING et al., 1999). Antecipando a fertilização no trigo Lantmann et al. (1997) verificaram manutenção e até incremento dos teores de P no solo no sistema com soja, sendo encontrada também para antecipação de K com soja com milheto na cobertura (FOLONI; ROSOLEM, 2008), e antecipação de esterco de suíno antes da soja (MCANDREWS et al., 2006).

O controle de plantas daninhas é atualmente muito dispendioso e demandador de recursos energéticos na agricultura. Além disso, há um grande crescimento da demanda por produtos orgânicos, que por não usarem nenhum agrotóxico, acabam mantendo o revolvimento do solo para realizar o controle de plantas daninhas em muitas áreas de produção, controle esse que significa aproximadamente 30% do custo de produção.

Uma possível solução seria aumentar a eficácia do controle cultural, que utiliza a produção de biomassa para formação de palha, suprimindo a germinação e o desenvolvimento das daninhas na cultura subsequente.

As plantas de cobertura tem efeito supressivo sobre daninhas de modo proporcional à biomassa acumulada, indicando que práticas que aumentem a produção de biomassa igualmente melhorarão o controle de daninhas. Essa correlação já foi comprovada para várias espécies (MELANDER et al., 2005; CHARLES et al., 2006; BOND; GRUNDY, 2001), incluindo aveia (KATHOUNINAN, 2004).

O estudo para aumento da biomassa das plantas de cobertura ocorre em algumas frentes de pesquisa: seleção de espécies mais adaptadas edafoclimaticamente, utilização de consórcios e adubação. Para o Paraná a aveia foi bastante estudada e indicada como planta de cobertura pela rusticidade a pragas, doenças e condições ambientais adversas e pela elevada produção de biomassa (CHAVES; CALEGARI, 2001; SANTOS et al., 2006; SILVA et al., 2007; TORRES et al., 2008).

Com a antecipação da adubação da soja, para a aveia no inverno, poder-se-ia alcançar um maior grau de controle cultural de daninhas, sem perda significativa de produtividade frente à adubação na semeadura da soja.

O objetivo deste trabalho foi estudar a época de adubação com composto orgânico, e o efeito resultante sobre a cultura da soja orgânica em plantio direto.

6.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras 2006-2007 e 2007-2008 na estação experimental do Iapar em Londrina, PR (latitude 23°27'S, longitude 51°57'W e altitude de 585m), sendo que a pluviosidade do período está apresentada nas Figuras 6.1 e 6.2.

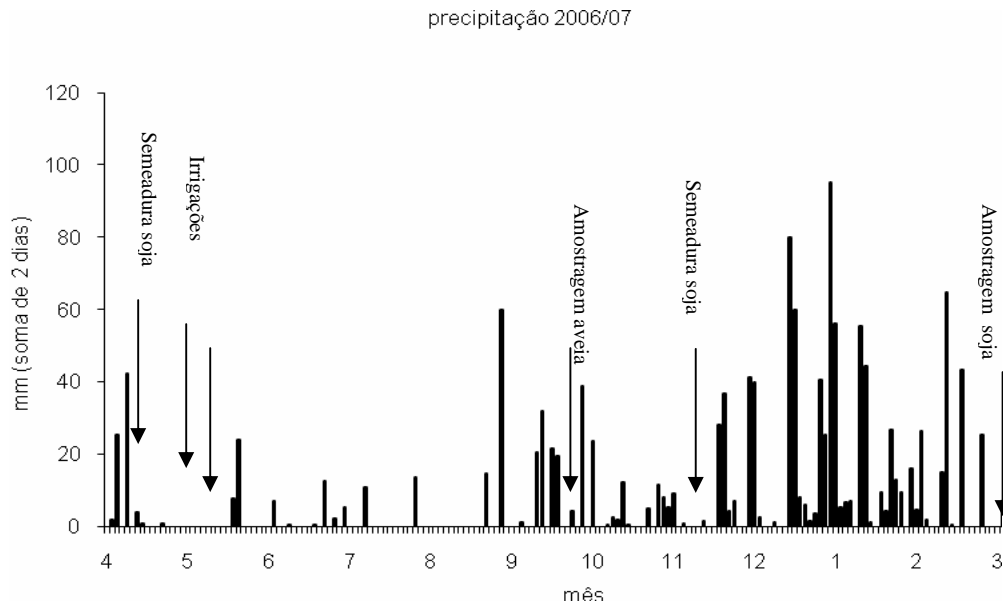


Figura 6.24 – Precipitação e indicações de manejo em 2006/07
Fonte: IAPAR, 2009.

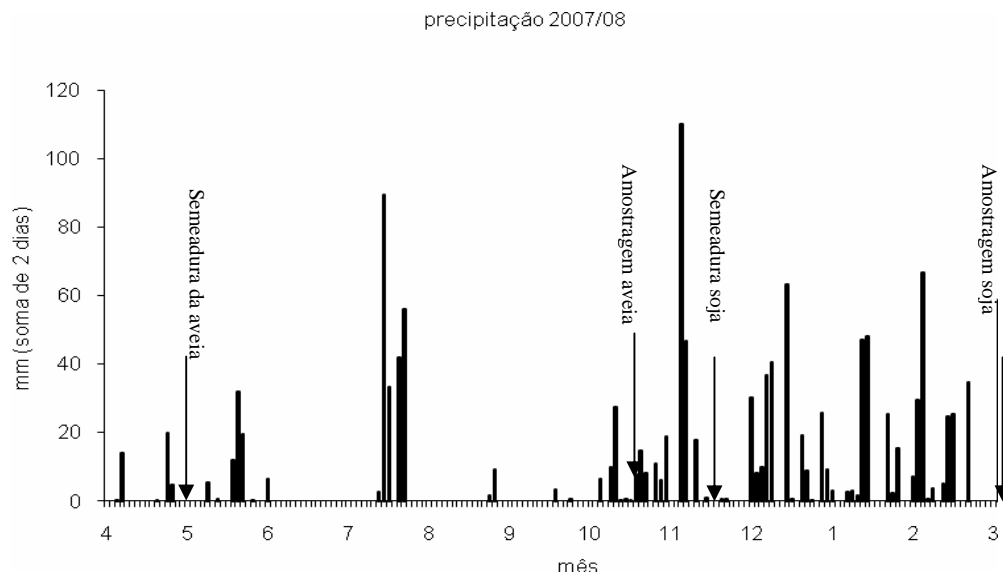


Figura 6.2 – Precipitação e indicações de manejo em 2007/08.
Fonte: IAPAR, 2009.

O experimento teve um delineamento de blocos casualizados com parcelas sub-divididas e cinco repetições. Os tratamentos de parcela foram uma testemunha sem adubação na aveia, dois tratamentos com aplicações apenas na aveia: 4 e 8 Mg ha⁻¹; e dois tratamentos com aplicações apenas na soja: 4 e 8 Mg ha⁻¹. No verão, na cultura da soja,

todos os cinco tratamentos foram divididos em sub-parcelas: com e sem controle de plantas daninhas.

As variáveis avaliadas foram biomassa da aveia ao final de seu ciclo, o rendimento de grãos e a biomassa da soja e a biomassa das plantas daninhas, colhidos na maturação da soja. Para a discussão de resultados denominou-se biomassa total a soma das biomassas da soja e das plantas daninhas por ocasião da colheita de soja, e palha da soja a parte aérea da soja com exceção dos grãos. O material das coletas foi seco a 65 °C por 72 horas, até atingir peso constante, para determinação da biomassa seca.

Para evitar o efeito cumulativo da adubação, em cada safra o experimento foi conduzido num campo diferente. A adubação antecipada no inverno utilizou esterco de curral (Tabela 6.1) antes da semeadura da aveia, ou no verão, antes da semeadura da soja. Para possibilitar uma infestação homogênea de plantas daninhas, foi semeada superficialmente *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) na proporção de 800 sementes m⁻² em toda a área experimental, antes da semeadura da aveia.

As parcelas constaram de 20 linhas de aveia com 8 m de comprimento, espaçadas de 0,2 m entre si (4m x 8m), semeadas à base de 60 kg de sementes por hectare de uma mistura, em partes iguais em peso, de sementes de *Avena strigosa* (aveia-preta) IAPAR-61 e *Avena sativa* (aveia-branca) IPR-126. A aveia foi manejada com rolo-faca uma semana antes do plantio da soja. Para efeito de avaliação, descartaram-se, como bordadura, as quatro linhas de cada lado da parcela e o primeiro metro de todas as linhas nas bordas da parcela.

Na safra de verão subsequente à aveia, as parcelas receberam 10 linhas de soja BRS 257, espaçadas de 0,4 m entre si. Descartaram-se, como bordadura, as duas linhas laterais e um metro nas bordas das parcelas.

Tabela 6.5 – Teores de nutrientes do composto orgânico utilizado (g kg⁻¹).

Nutrientes/ ano	N	P	K	Ca	Mg	Umidade
	----- g.kg-1 -----			-----	(%)	
2006	14,56	12,37	3,60	81,16	2,86	12%
2007	12,30	3,90	10,00	13,40	4,10	46%

Devido à grande deficiência hídrica no inverno de 2006 foram realizadas duas irrigações de 30 mm cada no início do ciclo da aveia (Figura 6.1).

Nas duas safras foi realizado uma capina de preparo após a semeadura da soja. Posteriormente, foi realizada uma capina na subparcela capinada. Para a análise estatística, realizou-se a análise de variância e utilizou-se o Teste de Tukey a 5% de significância para comparação entre médias, e correlação entre rendimento da soja sem capina e biomassa de aveia.

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.5.1 Biomassa da Aveia

Não houve diferença significativa na produção de biomassa de aveia à aplicação de composto, tanto em 2006 como em 2007 (Figura 6.3 e Tabela 6.2). Esse resultado difere do relatado por Santi et al. (2003) em Santa Maria – RS.

A diferença entre os trabalhos pode ser explicado devido à estiagem, que não teria sido integralmente compensada pelas irrigações aplicadas. A somatória das precipitações durante o período de crescimento da aveia foi de 97 mm nos primeiros quatro meses (Iapar, 2009), que somados aos 60 mm aplicados resultam em 157mm, um total ainda insuficiente para a plena expressão do potencial da aveia, que ocorre com aproximadamente 480 mm (BACCHI et al., 1996).

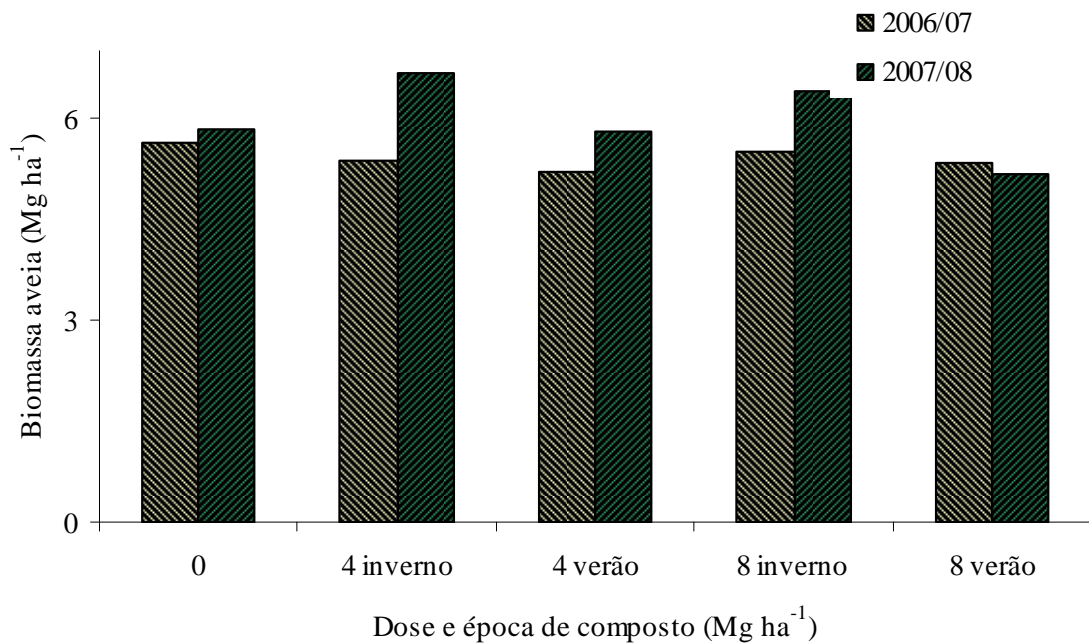


Figura 6.25 – Biomassa de aveia em função da dose e época e de aplicação do composto orgânico, por ano agrícola.

Em 2007, comparativamente a 2006, as precipitações foram maiores, totalizando 352 mm durante o ciclo da aveia, o que pode explicar a diferença na produção de biomassa entre os anos. Contudo, mesmo em 2007 as precipitações foram insuficientes para o desenvolvimento pleno da aveia e, especula-se, insuficientes para a decomposição do composto. Essa seria uma possível explicação para os maiores incrementos obtidos por Primavesi et al. (2002) e Ceretta et al. (2005).

6.5.2 Biomassa da Soja e Biomassa Total

A biomassa total é o resultado da capacidade produtiva primária do sistema. Além disso, quando duas ou mais espécies entram em competição, a amplitude de seus nichos ecológicos diminui, o que reduz a competição (DAJOZ, 2005). O resultado das plantas daninhas e das biomassas de soja (palha + grãos), com e sem capina e estão apresentados nas Figuras 6.4 a 6.7.

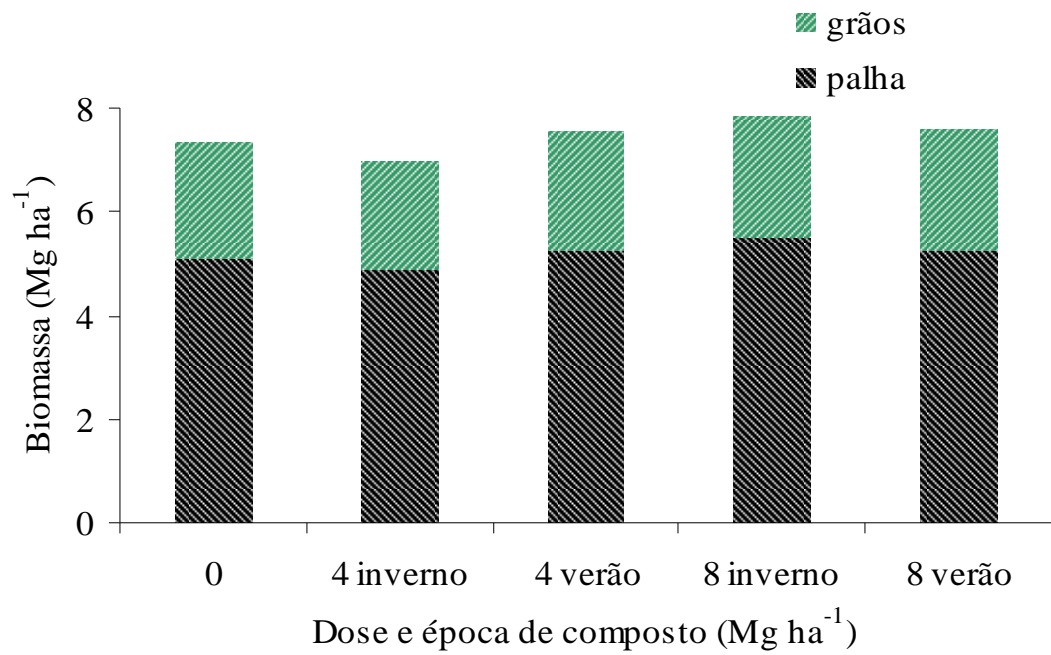


Figura 6.26 – Rendimento e palha de soja capinada da safra 2006/07.

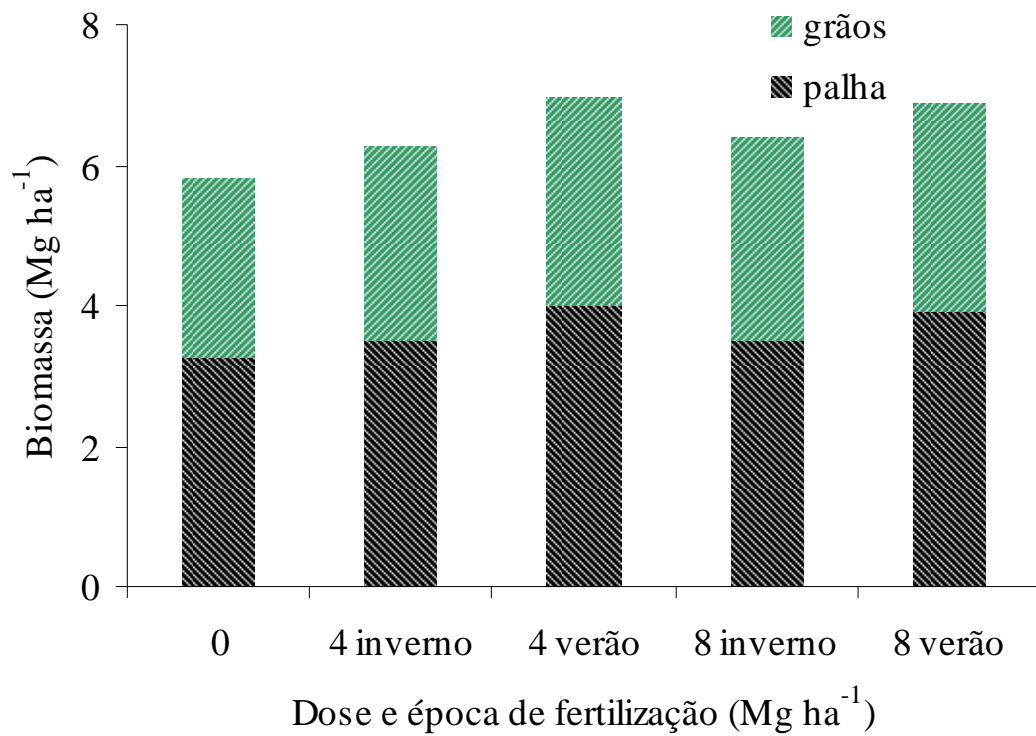


Figura 6.27 – Rendimento e palha de soja capinada da safra 2007/08.

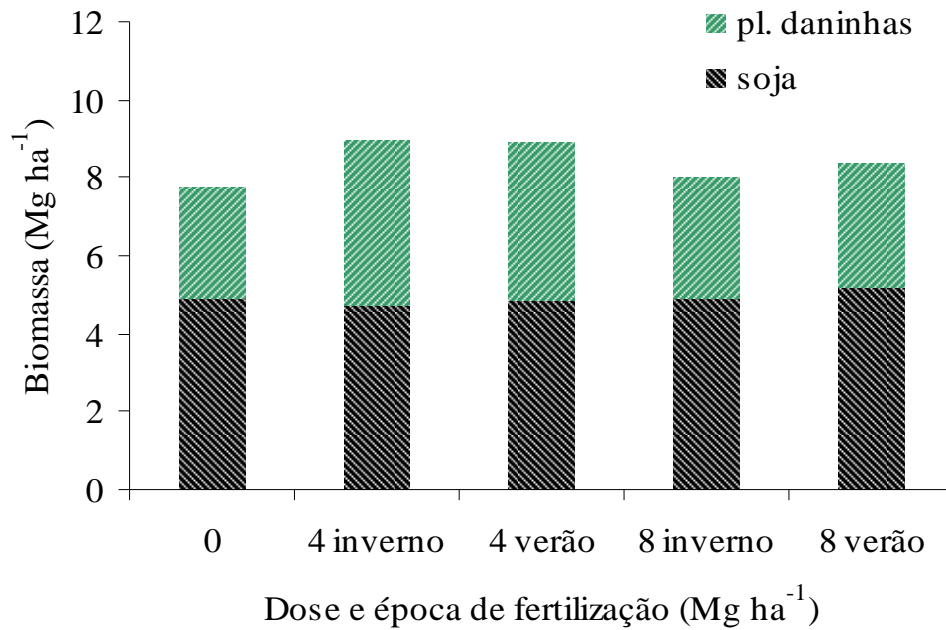


Figura 6.28 – Biomassa de soja (palha + grãos) sem capina e biomassa de todas as plantas daninhas da safra 2006/07.

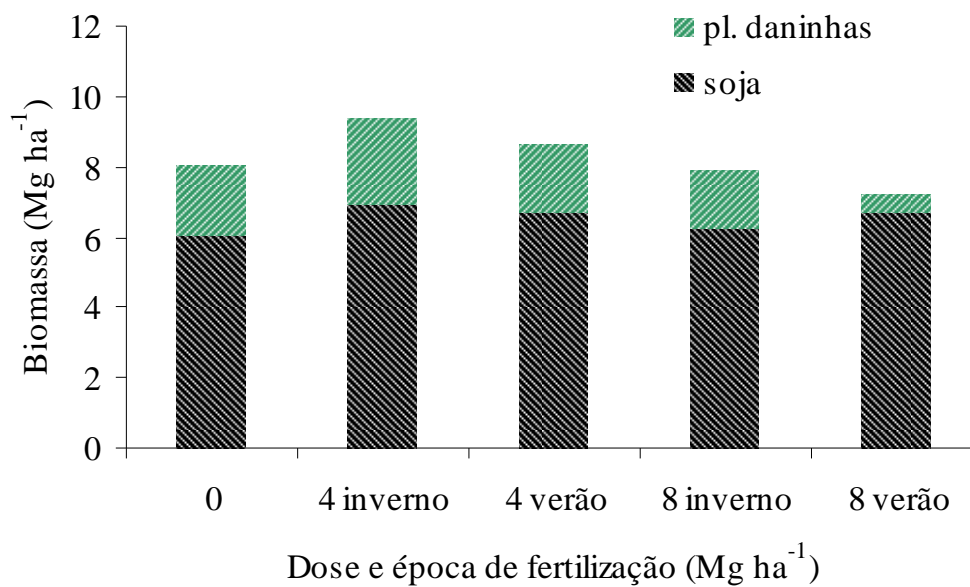


Figura 6.29 – Biomassa de soja (palha + grãos) sem capina e biomassa de todas as plantas daninhas da safra 2007/08.

Nos dois anos não houve efeito entre tratamentos da época nem da dose de adubação sobre o rendimento e a biomassa da soja. Em 2006/07 houve diferença entre a soja

com e sem capina, em todos os tratamentos. Mas no ano seguinte a diferença devido a capina ocorreu apenas com 8 Mg ha⁻¹ de composto no inverno.

Sendo a soja uma leguminosa com fixação biológica de nitrogênio, as diferenças deveriam ocorrer sobre a limitação de outros nutrientes. Porém, como o solo apresenta fertilidade média (Tabela 6.2), não era esperada variação significativa devido a aplicação de quantidades medianas de nutrientes, como foi o caso.

Porém, observou-se que a média da produção da soja adubada no verão apresentou resultado superior a adubação antecipada, de 140 kg ha⁻¹. A diferença mais marcante resultante da época da adubação parece recair sobre o nitrogênio, que na fertilização antecipada seria fixado na palha de aveia ou perdido por desnitrificação. Há relatos de menor produção de milho após aveia na ausência de adubação nitrogenada (SILVA, 2007), indicando o efeito restritivo da aveia sobre o nutriente.

Embora a soja seja uma leguminosa com alta eficiência na fixação simbiótica de N, há alguns relatos que indicam efeito da adubação de N na soja. Na fase inicial, esse resultado poderia ser atribuído a uma compensação do tempo necessário para o estabelecimento do *Bradyrhizobium*, responsável pela fixação de N, mas há estudos contestando esse efeito (CRISPINO et al, 2001), concluindo pela ausência de resposta na produtividade final da soja pela adubação nitrogenada em qualquer estágio (ARATAN et al., 2008).

Em 2007/08 a biomassa total do tratamento com 8 Mg ha⁻¹ de composto no verão foi inferior aos demais tratamentos devido a menor biomassa de plantas daninhas. Isso indica que a aplicação de uma dose maior de composto na semeadura aumentou o efeito competidor da soja, mas não o suficiente para resultar em diferença no rendimento da soja.

Para a soja sem capina a produção foi significativamente inferior à capinada, sendo que a antecipação da fertilização não resultou em diferença significativa, indicando que o controle de plantas daninhas é mais importante que a adubação, independentemente da época de aplicação.

Esses resultados correspondem à informação da literatura, de que há perdas significativas de produtividade devido à competição por plantas daninhas (RIZZARDI et al., 2004). Indicam também que com baixa pluviosidade a aveia, mesmo adubada, foi insuficiente para suprimir a competição das plantas daninhas. Mostram também que a época de aplicação de composto foi indiferente para o rendimento da soja, com ou sem capina.

6.5.3 BIOMASSA DAS PLANTAS DANINHAS

O efeito competitivo das plantas daninhas apresenta alta correlação com a biomassa dessas plantas (MESCHEDÉ et al., 2004). Os resultados referentes à biomassa seca do leiteiro e outras plantas daninhas amostradas por ocasião da colheita da soja em 2006/07 e 2007/08 estão apresentadas nas Figuras 6.8 e 6.9.

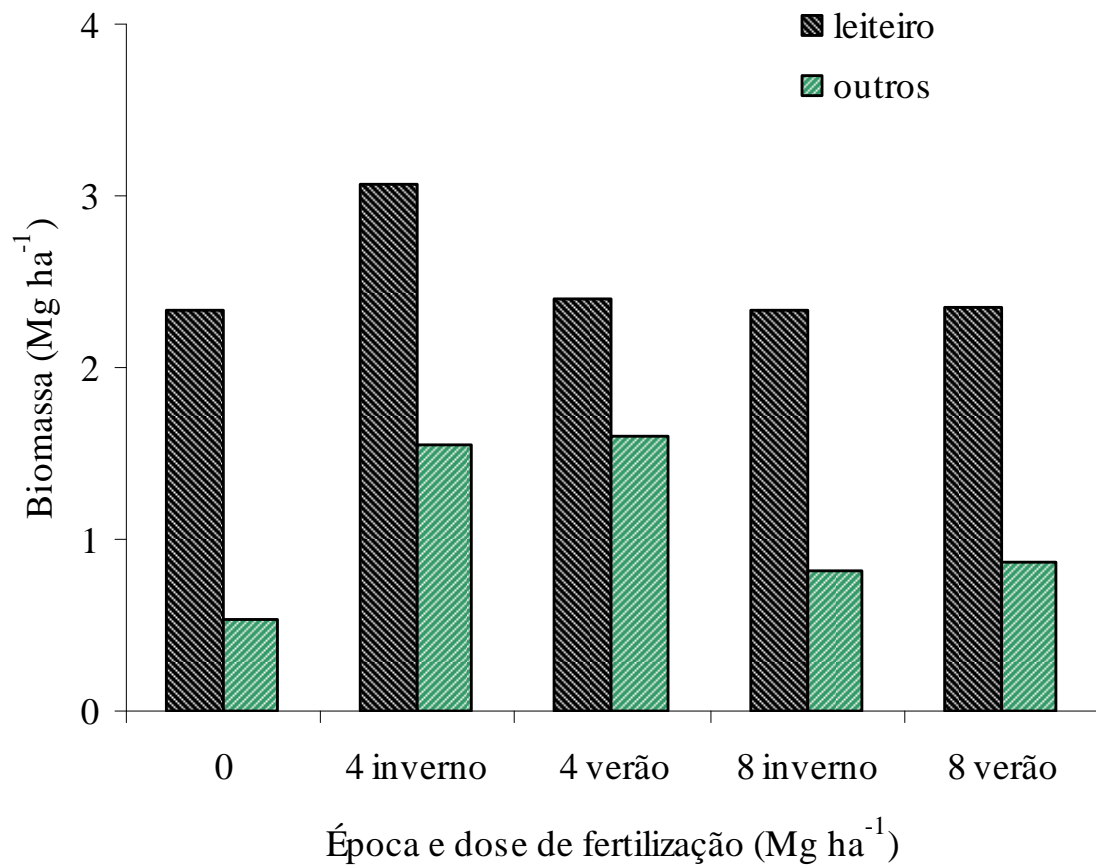


Figura 6.30 – Biomassa de leiteiro e de outras daninhas na colheita da soja, safra 2006/07.

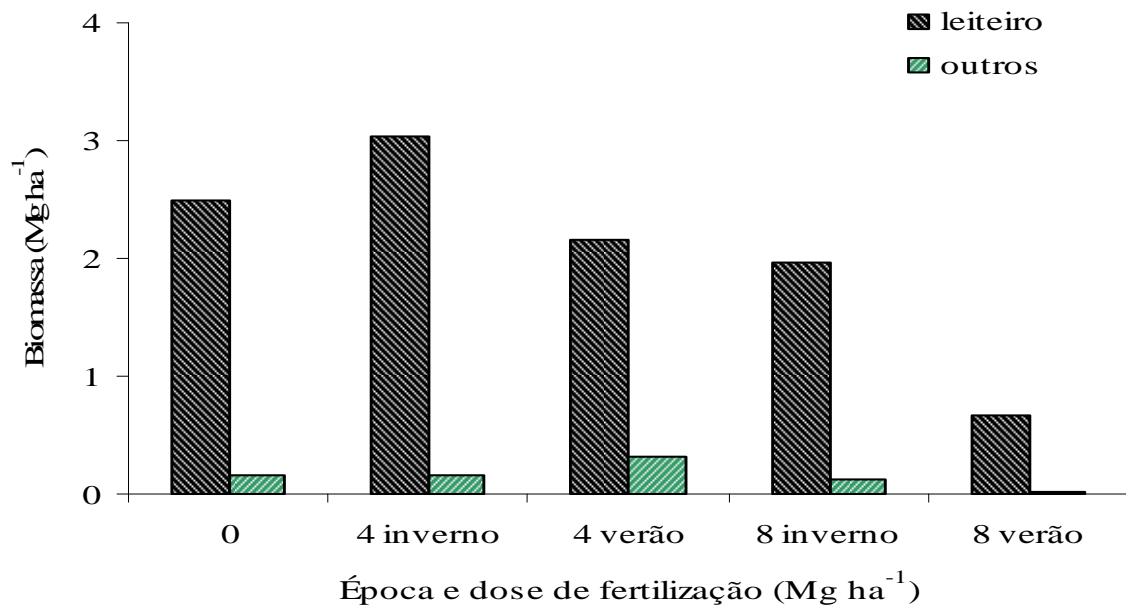


Figura 6.31 – Biomassa de leiteiro e de outras daninhas na colheita da soja, safra 2007/08.

A biomassa de leiteiro e outras daninhas na colheita da soja foram menores na maior adubação de verão, demonstrando que a diminuição da biomassa das plantas daninhas ocorreu com ambos os grupos de plantas. Isso indica que a soja teve um maior vigor com a adubação no verão, resultando num maior efeito competitivo da soja sobre as plantas daninhas.

A soja é uma planta altamente competitiva, com maior taxa de produção de biomassa seca total, maior índice de área foliar e maior eficiência em converter a radiação interceptada em biomassa, comparado a outras espécies como o leiteiro (SANTOS et al., 2003).

Procópio et al. (2002) verificaram que a soja tem maior eficiência no uso da água, quando comparada a plantas como o leiteiro, que é a principal espécie competidora presente no experimento. Além disso Procópio et al. (2003) verificaram que a soja possui maiores taxas de expansão foliar que outras espécies, como o leiteiro. Portanto as condições que propiciaram à aveia maior produção de biomassa foram também aproveitados pela soja devido a sua competitividade.

O rendimento da soja sem capina correlacionou-se positivamente com o aumento da cobertura de aveia (Figura 10). O ajuste da reta da correlação resultou num aumento de 889 kg de soja por tonelada de aveia sobre o solo.

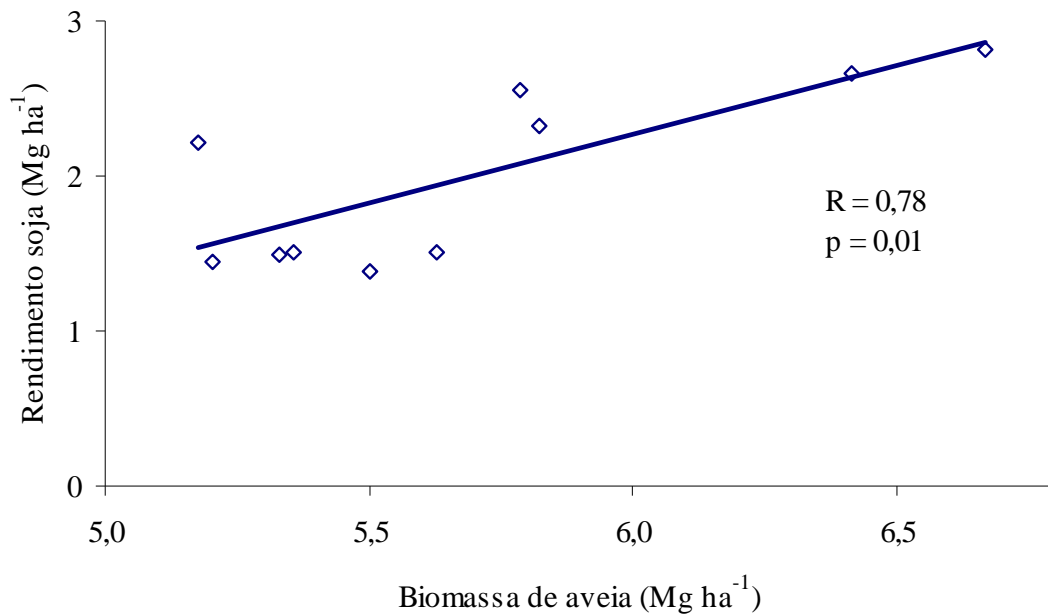


Figura 6.32 – Correlação entre o rendimento da soja sem capina, das duas safras, e a biomassa de aveia.

A soja sem capina beneficia-se tanto da supressão da competição das plantas daninhas como dos efeitos abióticos da palha da aveia, a exemplo da menor amplitude entre as temperaturas máxima e mínima do solo, menor temperatura máxima do solo e maior disponibilidade hídrica. A soja é uma planta que possui elevada eficiência no uso da água (PROCÓPIO et al., 2002), o que significa que o favorecimento das condições abióticas, no caso a água, tem grande probabilidade de resultar em aumento de biomassa e, conseqüentemente, de rendimento. Bortoluzzi e Eltz (2001) não encontraram diferença significativa no rendimento para soja cultivada com e sem resíduos de palha de aveia sobre o solo. Porém, os autores utilizaram 4,17 Mg ha⁻¹ de resíduo de aveia, quantidade inferior à utilizada neste experimento.

6.6 CONCLUSÕES

Não houve diferença na biomassa da aveia devido à adubação nem houve diferença no rendimento da soja devido à época e as doses de adubação. Porém a maior adubação no verão resultou em menor biomassa das plantas daninhas, em ano sem restrição hídrica.

7 CONCLUSÃO

Os resultados dos trabalhos serviram para responder os objetivos propostos, assim como indicaram novos questionamentos. Os resultados são favoráveis à aplicação antecipada de composto orgânico, pois há aumento do rendimento da soja. Porém a menor biomassa de daninhas ocorreu com a maior adubação no verão. A capina na aveia não foi significativa para o rendimento da soja. A soja sem capina obteve resultados equivalentes a soja capinada em ano com melhor pluviosidade, baixa adubação e maior cobertura de aveia sobre o solo. O fator climático, no caso a estiagem ocorrida dentro do período das avaliações, demonstrou ser preponderante aos demais fatores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: Iapar, 1991.
- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1085-1096, 2003.
- ARATAN, R. G. et al. Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema Plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 3, p. 31-38, 2008.
- ARGENTA, G. et al. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6 p. 851-860, 2001.
- BACCHI, O. O. S et al. Balanço hídrico em cultura de aveia forrageira de inverno na região de São Carlos-SP. **Sciencia Agricola**, v. 53, n. 1, p. 172-178, 1996.
- BALL, R. A.; PURCELL, L. C.; VORIES, E. D. Crop ecology, production & management. **Crop Science**, n. 40, p. 1070-1078, 2000.
- BENNETT, A. C.; SHAW, D. R. Effect of Glycine max cultivars and weed control on weed seed characteristics. **Weed Science**, v. 48, n.4, p. 431-435. 2000.
- BLACKSHAW, R. E. Nitrogen fertilizer, manure, and compost effects on weed growth and competition with spring wheat. **Agronomy Journal**, v. 97 p.1612-1621, 2005.
- BOND, W.; GRUNDY, A. C. Non-chemical weed management in organic farming systems. **Weed Research**, v. 41, p. 383-405, 2001.
- BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. Manejo da palha de aveia preta sobre as plantas e rendimento de soja em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 237-243, 2001.
- BRASIL. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. **Exportação brasileira de produtos orgânicos: agosto-2006 a janeiro-2010**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1266510284.xls>. Acesso em: 29 jun. 2010.

CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1992.

CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. **Planta Daninha**, v. 13, p. 3-9, 1995.

CASÃO JR., R. et al. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: Iapar, 2006.

CERETTA, C. A. et al. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1287-1295, 2005.

CHARLES, K. S. et al. Integration of cover crops and fertilizer rates for weed management in celery. **Weed Science**, v. 54, p. 326-334, 2006.

CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 53-60, 2001.

CONFALONE, A. E.; COSTA, L. C.; PEREIRA, C. R. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 6, n. 2, p. 165-169, 1998.

CRISPINO, C. C. et al. **Adubação nitrogenada na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. (Comunicado Técnico, 75).

DAJOZ, R. As populações, as comunidades e os fatores ecológicos In: _____. **Princípios de ecologia**. Porto Alegre, ed. Artmed, 2005. p. 113-132.

EGHBALL, B.; LESOING, G. W. Viability of weed seeds following manure windrow composting. **Compost Science & Utilization**, n. 8 p. 46-53, 2000.

EMBRAPA. **Cultivares de soja 2006/2007 região centro-sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Documentos, 280).

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p.1549-1561, 2008.

GARCIA, A. **Estudo do índice de colheita e de outras características agronômicas de dez cultivares de soja, *Glycine max* (L.) Merrill, e de suas correlações com a produção de grãos, em duas épocas de semeadura.** 1979, 74p. Dissertação (Mestrado em 1979) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; SOUCHIE, E. L.; ROCHA, A. C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de cerrado. **Semina**, v. 29, n. 4, p. 769-774, 2008.

IAPAR. [Online]. **Monitoramento agroclimático do Paraná.** Disponível em: <http://www.iapar.br/Sma/Monitoramento_Mensal.htm>. Acesso em: 20 abr. 2009.

IMSANDE, J. Agronomic characteristics that identify high yield, high protein soybean genotypes. **Agronomy Journal**, v. 84, p.409-414, 1992.

KHATOUNIAN, C. A. **Weed control in no-till organic soybeans in southern Brazil.** 2004. Tese (Doutorado) - Iowa State University, Iowa, EUA, 2004.

KHATOUNIAN, C. A.; PENHA, L. A. O. O manejo de plantas daninhas na perspectiva da Agroecologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Manejo de milho.** Piracicaba: ESALQ, 2009. p. 35-53.

KRANZ, W. M. et al. **Ocorrência e distribuição de plantas daninhas no Paraná.** Londrina: Iapar, 2009.

KUMUDINI, S. et al. Mechanisms involved in soybean rust-induced yield reduction. **Crop Science**, v. 48, p. 2334-2342, 2008.

LAMEGO, F. P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 491- 498, 2004.

LANTMANN, A. F. et al. Produtividade do trigo em sucessão a soja não fertilizada em latossolo roxo distrofico.. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 257-265, 1997.

LIEBMAN, M. Weed management: a need for ecological approaches. In: LIEBMAN, M.; MOHLER, C. L.; STAVER, C. P. **Ecological management of agricultural Weeds.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 1-39.

LIEBMAN, M.; DAVIS, A. S. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. **Weed Research**, v. 40, p. 27-47, 2000.

MATOS, M. A.; SALVI, J. V.; MILAN, M. Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. **Engharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 493-501, 2006.

MCANDREWS, G. M. et al. Residual effects of coposted and fresh solid swine manure on soybean growth and yield. **Agronomy Journal**, v. 98, n. 4, p. 873-882, 2006.

MELANDER, B.; RASMUSSEN, I. A.; BÀRBERI, P. Integrating physical and cultural methods of weed control – examples from european research. **Weed Science**, v. 53, p. 369-381, 2005.

MESCHEDE, D. K. et al. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2004.

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

MUGWIRA, L. M.; NYAMANGARA, J.; HIKWA, D. Effects of manure and fertilizer on maize at a research station and in a smallholder (peasant) area of Zimbabwe. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 33, n. 3, p. 379-402, 2002.

ORGANIC MONITOR. **The global market for organic food & drink: business opportunities & future outlook**. Disponível em: <<http://www.organicmonitor.com/700240.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2010.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CANTARELLA, H.. Adubação de aveia em dois sistemas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 12, 2002.

PROCÓPIO, S. O. et al. Análise do crescimento e eficiência no uso da água pelas culturas de soja e feijão e por plantas daninhas. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1345-1351, 2002.

_____. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 211-216, 2004.

_____. Desenvolvimento foliar das culturas da soja e do feijão e de plantas daninhas. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 207-211, 2003.

RIZZARDI, M. A. et al . Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, 2004 .

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, 2003.

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**, v. 36, n. 1, p. 21-29, 2006.

SANTOS, J. B. et al. Captação e aproveitameto da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 147-153, 2003.

SCHAPAUGH JR., W. T.; WILCOX, J. R. Relationships between harvest indices and other plant characteristics in soybean. **Crop Science**, v. 20, p. 529-533, 1980.

SERRAJ, R.; SINCLAIR, T. R.; PURCELL, L. C. Symbiotic N₂ fixation response to drought. **Journal of Experimental Botany**, v. 50, n. 331, p. 143-155, 1999.

SILVA, A. A. et al. Sistemas de cobertura de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4 p. 928-935, 2007.

SINDAG. Estimativa do Mercado de defensivos. SINDAG. Disponível em: <<http://www.sindag.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

SINGH, G. R.; PARIHAR, S. S.; CHAURE, N. K.; Response of organic manures in a rice (*Oryza sativa*)-chickpea (*Cicer arietinum*) crop sequence. **International Rice Research Newsletter**, v. 24, n. 3, 1999. Disponível em: <<http://www.irri.org/publications/irrn/pdfs/vol24no3/IRRN24-3Cropmgt.pdf>>. Acesso em: 25 ago 2009.

SPAETH, S. C.; RANDALL, H. C.; SINCLAIR, T. R.; VENDELAND, J. S. Stability of soybean harvest index. **Agronomy Journal**, v. 76, p. 482-486, 1984.

STEINER, F.; FEY, R.; ZOZ, T.; COSTA, L. Produção de biomassa e relação c/n da aveia preta submetida a fontes e doses de nitrogênio. **Global Science and Technology**, v. 2 n. 3 p. 29-37, 2009.

TEASDALE, J. R. Cover plants, smother plants and weed management. In: HATFIELD, J. L.; BUHLER, D. D.; STEWART, B. A. (Ed). **Integrated weed and soil management**. Michigan: Ann Arbor Press, 1998. p. 247-266.

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 Agrícola Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agrícola Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421-428. 2008.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A.. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II - Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 217-223, 2004.

WESTENDORF, M. L.; ZIMBELMAN, R. G.; PRAY, C. E. Science and agriculture policy at land-grant institutions. **Journal of Animal Science**, n. 73, p. 1628–1638, 1995.

WILLARD, T. S.; GRIFFIN, J. L. Growth response of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) following foliar herbicide applications. **Weed Technology**, v. 7, n. 1, p. 190-195, 1993.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palha e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1191-97, 1997.

ANEXOS

Tabela 0.6 – Resumo da análise de variância da biomassa de aveia em função de doses de composto na aveia, em Kg ha⁻¹, ao final do ciclo, em 2006 e 2007.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	
		2006	2007
Bloco	4	1686209*	1684098 ^{ns}
Tratamentos	5	441121 ^{ns}	1699711 ^{ns}
Resíduo	20	555044	1628380
Total	29		
Média geral		5270,9	6679,2
Coef. Var. (%)		14	19

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 0.7 – Resumo da análise de variância do rendimento da soja em função de doses de composto na aveia, em Kg ha⁻¹, com e sem capina, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	
		2006/07	2007/08
Bloco	4	203916 ^{ns}	879964 ^{ns}
Tratamentos	5	243608 ^{ns}	419279 ^{ns}
Erro 1	20	155575	325390
Capina	1	8023239**	2070072**
Tratamentos*Capina	5	36358 ^{ns}	128380
Erro 2	24	84725	123211
Total	59		
Média geral		1938	2692
Coef. Var. 1 (%)		20	21
Coef. Var. 2 (%)		15	13

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

** , * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.8 – Resumo da análise de variância de biomassa total e da soja sem capina em função das doses de composto na aveia, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		Total		Soja	
		2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Bloco	4	12228073*	2608498 ^{ns}	952046 ^{ns}	1700721 ^{ns}
Tratamentos	5	4591935 ^{ns}	483793 ^{ns}	1531496 ^{ns}	1270129 ^{ns}
Erro	20	3041088	3206619	814315	632379
Total	29				
Média geral		8538	9430	5051	6665
Coef. Var. (%)		20	19	18	12

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.9 – Resumo da análise de variância da biomassa do leiteiro e de outras plantas daninhas na colheita da soja sem capina em função de doses de composto na aveia, em kg ha⁻¹, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		Leiteiro		Outras	
		2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Bloco	4	3249393 ^{ns}	1503488 ^{ns}	3040880 ^{ns}	116550 ^{ns}
Tratamentos	6	1574046 ^{ns}	2051235 ^{ns}	2433615 ^{ns}	338936**
Erro	23	1947792	2425731	1324558	86474
Total	33				
Média geral		2811	2499	1143	264
Coef. Var. (%)		50	62	101	111

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.10 – Resumo da análise de variância da biomassa de aveia em função de doses de composto e capina na aveia, em kg ha⁻¹, em 2006 e 2007.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	
		2006	2007
Bloco	8	3653450**	998751 ^{ns}
Tratamentos	5	180311 ^{ns}	1968110 ^{ns}
Erro	20	336419	1383840
Total	29		
Média geral		5571	6568
Coef. Var. (%)		10	18

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.11 – Resumo da análise de variância da biomassa da soja e das plantas daninhas na colheita da soja sem capina em função de doses de composto e capina na aveia, em kg ha⁻¹, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		Soja		Daninhas	
		2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Bloco	4	1010001 ^{ns}	1979103*	7423420*	1575072 ^{ns}
Tratamentos	5	1361756 ^{ns}	632047 ^{ns}	812242 ^{ns}	1416274 ^{ns}
Erro	20	1212569	486613	1926524	1922274
Total	29				
Média geral		5244	6401	3320	2456
Coef. Var. (%)		21	11	42	56

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.12 – Resumo da análise de variância do rendimento soja capinada em função de doses de composto e capina na aveia, em kg ha⁻¹, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	
		2006/07	2007/08
Bloco	4	278157 ^{ns}	525711 ^{ns}
Tratamentos	5	141778 ^{ns}	247383 ^{ns}
Erro 1	20	171579	343536
Capina	1	9807024**	2742028**
Tratamentos*Capina	5	79449 ^{ns}	146947 ^{ns}
Erro 2	24	81791	121123
Total	59		
Média geral		1981	2637
Coef. Var. 1 (%)		21	22
Coef. Var. 2 (%)		14	13

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

** , * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.13 – Resumo da análise de variância da biomassa da soja e das plantas daninhas na colheita da soja sem capina, em kg ha⁻¹, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		Leiteiro		Outras daninhas	
		2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Bloco	4	3965527*	1960583 ^{ns}	695358 ^{ns}	51020 ^{ns}
Tratamentos	5	484965 ^{ns}	1492366 ^{ns}	250315 ^{ns}	103037 ^{ns}
Erro	20	1031602	1967401	481221	33783
Total	1				
Média geral		2699	2294	621	167
Coef. Var. (%)		38	61	112	110

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

** , * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.14 – Resumo da análise de variância da biomassa da aveia em função da época de aplicação de composto, em kg ha⁻¹, nas safras 2006 e 2007.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	
		2006	2007
Bloco	4	2777735**	1761923 ^{ns}
Tratamentos	4	135528 ^{ns}	1710271 ^{ns}
Erro	16	456026	750054
Total	24		
Média geral		5404	5974
Coef. Var. (%)		12	14

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.15 – Resumo da análise de variância da massa de grãos e palha (restos culturais) da soja com e sem capina em função da época de aplicação de composto, em kg ha⁻¹, nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		Grãos		Palha	
		2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Bloco	4	316042 ^{ns}	737609 ^{ns}	7593001 ^{ns}	1519213**
Tratamentos	4	59019 ^{ns}	293428 ^{ns}	1243332 ^{ns}	600154 ^{ns}
Erro 1	16	108373	272627	441205	315241
Capina	1	7857441**	1129805*	40385960**	2239998**
Trat * capina	4	43354 ^{ns}	161605 ^{ns}	103526 ^{ns}	243216 ^{ns}
Erro 2	20	107189	18570256	504223	246572
Total	49				
Média geral		1863	2666	4226	3855
Coef. Var. 1 (%)		18	20	16	15
Coef. Var. 2 (%)		18	16	17	13

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.16 – Resumo da análise de variância da biomassa de soja e de plantas daninhas em função da época de aplicação de composto, em kg ha⁻¹, por ocasião da colheita da soja sem capina nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		Soja		Plantas daninhas	
		2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Bloco	4	1684500 ^{ns}	1477916*	5773880 ^{ns}	2016827 ^{ns}
Tratamentos	4	131169 ^{ns}	824169 ^{ns}	2921431 ^{ns}	4432349*
Erro	14	1062920	503028	4495111	1283645
Total	22				
Média geral		4794	6583	3602	2208
Coef. Var. (%)		22	11	59	51

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 0.17 – Resumo da análise de variância da biomassa das plantas daninhas (leiteiro e outras plantas) em função da época de aplicação de composto, em kg ha⁻¹, por ocasião da colheita da soja sem capina nas safras 2006/07 e 2007/08.

Causa de variação	GL	Quadrado médio			
		Leiteiro		Outras	
		2006/07	2007/08	2006/07	2007/08
Bloco	4	2035848 ^{ns}	1677925 ^{ns}	1946348 ^{ns}	28096 ^{ns}
Tratamentos	4	541260 ^{ns}	3857648 ^{ns}	1278053 ^{ns}	57701 ^{ns}
Erro	14	1302511	1402060	1567149	35085
Total	22				
Média geral		2508	2063	1094	152
Coef. Var. (%)		46	57	114	123

^{ns} Significância acima de 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.