

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

THIAGO TOSHIO RICCI

**COBERTURAS VEGETAIS NO DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE
DE SEMENTES E COMPONENTES BIOQUÍMICOS EM CULTIVARES DE
SOJA**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

THIAGO TOSHIO RICCI

**COBERTURAS VEGETAIS NO DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE
DE SEMENTES E COMPONENTES BIOQUÍMICOS EM CULTIVARES DE
SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Alessandro de Lucca e Braccini. Co-Orientador: Carlos Alberto Scapim.

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2012**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR., Brasil)

R491c Ricci, Thiago Toshio
Coberturas vegetais no desempenho agrônômico, qualidade de sementes e componentes bioquímicos em cultivares de soja / Thiago Toshio Ricci. -- Maringá, 2012.
iii-xi, 47 f. : il. col., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini.
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2012.

1. Soja - Sementes (Cultivares). 2. Soja (Glycine max (L.) Merrill)- Cobertura vegetal. 3. Soja (Glycine max (L.) Merrill) - Qualidade das sementes. 4. Soja (Glycine max (L.) Merrill) - Teor de Lignina. 5. Soja (Glycine max (L.) Merrill)- Fenóis totais. I. Braccini, Alessandro de Lucca e, orient. II. Scapim, Carlos Alberto, co-orient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD 21.ed.633.34

MN-0000488

Dedico

Ao meu Amado Senhor Jesus Cristo.

Aos meus pais Ilisio e Iurico.

Ao meu irmão Vitor.

Aos meus amigos e colegas de luta.

Aos meus professores.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido saúde, força, sabedoria e esperança para realizar este trabalho.

Aos meus pais, Ilsio e Iurico, pelo amor, apoio, compreensão, entrega e exemplo.

Ao irmão Vitor, por ser sempre um grande amigo.

A minha namorada Camila, o grande amor da minha vida.

Aos mestrandos Gleberon Guillen Piccinin e Lilian Gomes de Moraes Dan, pelo companheirismo, amizade, apoio na realização deste trabalho.

Aos amigos Hugo Dan, Gildo Ferreira Duarte, Gabriel Loli Bazo, Alex Henrique Tiene Ortiz, Paulo Vinícius Demeneck Vieira, Leandro Paiola Albrecht, Alfredo Junior Paiola Albrecht, Fernando Sperandio Cremm, Arthur De Canini Cezar, Willian Cesar Dolfini, Fernando Botti, Adalbert Horvathy Neto, Fernanda Brunetta Godinho, Guilherme Angnoni, Luiz Fernando Sibut Neto, Juliana Marques Vroniak, Gessica Faiolla, Jhonatann Pawmer Bueno e Raissa Marrafon Ponce, que, na grande maioria, fazem ou fizeram parte do grupo de orientados do Professor Dr. Alessandro de Lucca e Braccini, por apoiarem no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu “pai acadêmico”, Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini, por tudo que contribuiu, fez e faz.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim e Prof. Dr. Osvaldo Ferrarese Filho, pelo amparo.

A todos os Professores, pelo seu saber compartilhado comigo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e servidores da UEM.

BIOGRAFIA

THIAGO TOSHIO RICCI, filho de Ilcio Ricci e Iurico Higuti Ricci, nascido em 7 de junho de 1987, em Mandaguari, Estado do Paraná.

Cursou o Ensino Fundamental e Médio em escolas estaduais, concluindo o Ensino Médio em dezembro de 2004, no Colégio Estadual Vera Cruz, em Mandaguari.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá, Campus Sede, em 30 de janeiro de 2010.

Em março de 2010, matriculou-se no curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá e apresentou-se à Banca examinadora para defesa em dezembro de 2011.

Atualmente presta serviços profissionais na Cocari - Cooperativa Agropecuária e Industrial de Mandaguari.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	Vii
LISTA DE FIGURAS.....	iX
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	Xi
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Instalação e condução do experimento a campo.....	22
3.2. Avaliação do desempenho agrônômico.....	26
3.3. Avaliação da qualidade de sementes.....	27
3.4. Avaliação bioquímica.....	29
3.4.1. Determinação do teor de lignina.....	29
3.4.2. Determinação do teor de fenóis totais.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1. Desempenho agrônômico.....	32
4.2. Qualidade de sementes.....	33
4.3. Avaliações bioquímicas.....	36
5. CONCLUSÕES.....	40
6. BIBLIOGRAFIA.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização química e fertilidade da amostra de solo da área experimental, (FEI – UEM, Maringá, 2010)	24
Tabela 2	Esquema dos tratamentos com as coberturas constituídos de cinco culturas, mais a testemunha, e cinco cultivares de soja	24
Tabela 3	Resumo da análise de variância, referente à inserção de primeiras vagens em cm (INS), altura de plantas em cm (ALT), número de vagens por planta (VAG), massa de 1.000 sementes em gramas (MMS) e produtividade em kg ha ⁻¹ (PROD) no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR)	32
Tabela 4	Resumo da análise de variância, referente ao vigor (VIG), germinação (GER), envelhecimento acelerado (ENV) e sanidade das sementes em porcentagem (SAN) no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR)	34
Tabela 5	Resumo da análise de variância, referente à condutividade elétrica (COND), porcentagem de sementes vigorosas pelo teste de Tetrazólio (VGTZ) e porcentagem de sementes viáveis pelo teste de Tetrazólio (VBTZ) no ano agrícola de 2010/2011	35
Tabela 6	Resumo da análise de variância, referente a porcentagem do teor de óleo nas sementes (ÓLEO) e porcentagem do teor de proteínas (PROTEÍNA) no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR)	35
Tabela 7	Teores de óleo e proteínas obtidos nas sementes produzidas pelos cultivares em cada cobertura no ano agrícola 2010/2011. (UEM, Maringá – PR)	36
Tabela 8	Resumo da análise de variância, referente aos fenóis totais das folhas (FENOL) e teor de lignina do tegumento das sementes no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR)	37

Tabela 9	Quantificação de fenóis totais das folhas (mg g^{-1} de MS) e teor de lignina (mg g^{-1} de tegumento) obtida dos tegumentos das sementes produzidas pelos cultivares em cada cobertura no ano agrícola 2010/2011. (UEM, Maringá – PR)	38
----------	--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Dados climáticos de temperatura máxima e mínima diária durante a condução do ensaio ano agrícola 2010/2011, Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), Maringá/PR.....	23
Figura 2	Dados de precipitação pluvial, durante a condução do ensaio, ano agrícola 2010/2011, Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), Maringá/PR.....	23

RESUMO

RICCI, Thiago Toshio, Universidade Estadual de Maringá, dezembro de 2011.
Coberturas vegetais no desempenho agrônômico, qualidade de sementes e componentes bioquímicos em cultivares de soja. Orientador: Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini. Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.

As plantas produzem grande variedade de metabólitos secundários, os quais apresentam interações entre espécies vegetais e o meio (alelopatia). Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos alelopáticos da cobertura de aveia, braquiária, canola, sorgo e trigo no desempenho agrônômico, qualidade das sementes e componentes bioquímicos em cultivares de soja. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), no ano de 2010 e safra agrícola 2010/11. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos foram arranjos no esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas foram constituídas pelas culturas de coberturas aveia, braquiária, canola, sorgo, trigo e a testemunha (pousio), e as subparcelas pelas cultivares de soja NK 7059 RR (Vmaxx RR), BMX Potência RR, BRS 316 RR, CD 241 RR e CD 250 RR. Após o cultivo das coberturas, foi realizada a dessecação das mesmas. Posteriormente, foram semeadas as cultivares de soja. No campo foram efetuadas as determinações de altura média das plantas, altura de inserção das primeiras vagens, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade. Em laboratório, a qualidade fisiológica das sementes de soja foi avaliada por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e teste tetrazólio. A qualidade sanitária foi avaliada por meio do método do papel-filtro ou “blotter test”. Foram, também, determinados os teores de óleo e proteínas nas sementes, bem como quantificados os teores de lignina no tegumento das sementes e fenóis totais nas folhas das plantas da soja. Não houve diferença significativa entre nenhuma cobertura em relação aos resultados das avaliações de desempenho agrônômico, qualidade de sementes e teor de óleo nas sementes. Os resultados obtidos não permitiram verificar efeito alelopático das coberturas sobre o desenvolvimento da soja, não podendo constatar, entre as culturas de coberturas utilizadas, uma com potencial alelopático.

Palavras-chave: *Glycine Max.* Alelopatia. Sucessão de culturas.

ABSTRACT

RICCI, Thiago Toshio, Universidade Estadual de Maringá, 2012, February.
Vegetation cover on agronomic performance, seed quality and biochemical components in soybean cultivars. Advisor: Professor Dr. Alessandro de Lucca e Braccini. Co-advisor: Professor Dr. Carlos Alberto Scapim.

Plants produce a large variety of secondary metabolites, which represent an interface between plants and surrounding environment (allelopathy). This way, this study aims to assess the allelopathic effects of the cover plants oat, braquiaria, canola, sorghum and wheat on agronomic performance, seed quality and biochemical components in soybean cultivars. The experiment was conducted at Iguatemi Experimental Farm, which belongs to Maringá State University (UEM), in 2010, crop year 2010/11. The experiment was conducted in a randomized block design, with four replications and the treatments were arranged in split-plots, where plots were made of the cover plants oats, braquiaria, canola, sorghum and wheat plus the control plant (fallow), and the subplots were made of the soybean cultivars NK 7059 RR (RR Vmaxx), BMX Power RR, BRS 316 RR, CD 241 and CD 250 RR RR. After cultivation, the cover plants were dried. Later, soybean cultivars were seeded. In the field, determinations of plant height, height of insertion of the first pod, number of pods per plant, weight of one thousand grains and yield were carried out. In the laboratory, the physiological quality of seeds was evaluated by germination test, accelerated aging, tetrazolium and electrical conductivity test. The sanitary quality was assessed using the method of filter paper or "blotter test". The concentrations of oil and protein in the seeds were determined and the lignin content in the seed coat as well as the total of phenols in the soybean leaves were quantified. There was no significant difference in the results of agronomic performance, seed quality and oil content in seeds when related to any of the cover plants. The results did not allow us to verify allelopathic effect of cover plants on soybean development, not permitting the find, between the used cover plants, of one with allelopathic potential.

Keywords: *Glycine max*. Allelopathy. Vegetation cover.

1. INTRODUÇÃO

Em um momento no qual a agricultura passa por um período de transição, a maior ênfase recai sobre a produtividade sustentável por longos períodos de tempo, aliada a maximização da produção dentro de um curto período e um menor custo ambiental. O conhecimento e a aplicação prática da alelopatia, tanto na produção de herbicidas naturais, na rotação de culturas e/ou utilização de coberturas vegetais com potencial herbicida, podem contribuir para a atenuação de problemas da agricultura moderna, como a poluição do ambiente, desenvolvimento de resistência a pragas e ausência de resíduos tóxicos nos alimentos.

A cultura de soja é cultivada praticamente em todo território brasileiro e sua crescente produção ocorre devido à importância de seus produtos, principalmente farelo, óleo e derivados, tanto para o mercado interno como externo. Isso confere grande importância econômica a essa cultura ao mesmo tempo que remete ao fato de que um maior conhecimento sobre a alelopatia em soja contribuirá para uma maior sustentabilidade das áreas cultivadas no país.

O uso de cultivares de soja RR (Resistente ao Roundup[®]) aumenta a cada ano. O advento da soja transgênica e a nova Lei de Biossegurança possibilitaram seu cultivo no país. No Brasil, essa cultura foi responsável por 45,6% do total de área plantada e aproximadamente 42,71% do total da produção de grãos na safra 2009/2010 (CONAB, 2010).

As culturas da aveia, braquiária, canola, sorgo e trigo como coberturas vegetais antecedendo a implantação da soja se deve ao fato de serem utilizadas para produção de palhada. Neste contexto, há relatos de efeitos alelopáticos por parte de algumas dessas espécies, mas com a necessidade de estudos adicionais e comprovações bioquímicas da presença e ação de compostos secundários oriundos dessas plantas sobre a soja.

Embora a existência da alelopatia seja sugerida em uma variedade de trabalhos experimentais publicados que demonstram o efeito, normalmente inibitório, de coberturas vegetais sobre o crescimento de plantas daninhas ou espécies cultivadas, há carência de análises bioquímicas que confirmem de maneira específica e confiável a existência da alelopatia nesses trabalhos. Esses efeitos são difíceis de serem distinguidos de outros fenômenos que podem ocorrer no solo, como a influência de fatores bióticos e abióticos, que fazem parte do ambiente criado pela cobertura vegetal e que pode levar a efeitos parecidos na planta-alvo cultivada sobre a palhada. Por outro lado, experimentos realizados nos laboratórios, em plantas cultivadas sem solo, embora atestem com veracidade o potencial alelopático de uma espécie de planta, não podem ter seus resultados repetidos em plantas cultivadas em campo. Nesta situação, a quantidade e concentração desses compostos são, teoricamente, menores do que as utilizadas em experimentos laboratoriais. Além do fato de que um aleloquímico pode sofrer uma série de alterações que podem modificar seus efeitos na planta-alvo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos alelopáticos da cobertura morta de aveia, braquiária, canola, sorgo e trigo sobre o desempenho agrônomo, produtividade, qualidade e composição química das sementes de diferentes genótipos de soja. Além da quantificação dos teores de lignina no tegumento das sementes e de fenóis totais ser mais objetivo nas folhas da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Estudos referentes aos efeitos alelopáticos vêm sendo desenvolvidos há muitos anos. O termo alelopatia foi criado em 1937 pelo pesquisador alemão Hans Moles, com a reunião das palavras gregas *alléton* (mútuo) e *pathos* (prejuízo), referindo-se à capacidade que as plantas têm de interferir na germinação de sementes e no desenvolvimento de outras pela liberação de substâncias na atmosfera ou no solo (MEDEIROS et al., 1990).

As plantas produzem várias substâncias químicas, conhecidas como metabólitos secundários. São compostos orgânicos que possuem um importante papel estrutural na planta. Porém, em sua maioria, não apresentam ação direta em processos vitais como fotossíntese, respiração, transporte de solutos e biossíntese de carboidratos, proteínas e lipídios. Além de exercerem essas funções, esses produtos são responsáveis por interações entre diferentes espécies vegetais e o meio, fenômeno denominado de alelopatia (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A definição de alelopatia abrange qualquer processo que envolva metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos, que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas biológicos (ANAYA, 1999). É um processo que tem importante papel nos agroecossistemas, levando a uma variedade de interações entre culturas, plantas daninhas e espécies arbóreas. Geralmente, essas interações são deletérias para a planta que recebe o aleloquímico – a planta-alvo, mas pode gerar vantagens seletivas para a planta doadora (KOHLLI et al., 2006).

Tais produtos geram interações bioquímicas inibitórias ou estimulantes entre as plantas, e tem atraído a atenção de cientistas a fim de elucidar as estruturas e funções biológicas desses metabólitos. (WEIDENHAMER, 2006; CHOU, 2006).

As plantas produzem e estocam grande número de produtos do seu metabolismo, que posteriormente são liberados para o ambiente, de diferentes

formas, tais como volatilização, exsudação radicular, lixiviação de partes das plantas vivas e mortas e decomposição de resíduos (SOUZA FILHO et al., 2005). Estes produtos são denominados substâncias alelopáticas e possuem diversidade química, podendo ser ácidos fenólicos, cumarina, terpenóides, alcalóides, flavonóides, etileno e outras substâncias. Numerosos compostos alelopáticos produzidos pelas plantas cultivadas, que se apresentam inibitórios para diversas plantas daninhas, agem como eficientes herbicidas naturais (CASTRO et al., 1983; ALMEIDA, 1988; OSORNIO et al., 1996).

Muitos metabólitos secundários, tais como substâncias fenólicas e terpenóides, influenciam o ciclo de nutrientes, aumentando ou diminuindo a disponibilidade destes em sistemas terrestres e aquáticos (INDERJIT et al., 1999). O estresse nutricional causa interferência competitiva e aumenta a produção de substâncias alelopáticas em plantas cultivadas ou em plantas daninhas (RICE, 1984).

Os metabólitos secundários não têm função direta no crescimento da planta, mas servem de adaptação defensiva (BLUM, 2006). Isto é verificado em coníferas que secretam uma mistura complexa de monoterpenos em resposta ao ataque de insetos, e tal secreção é tóxica aos mesmos (MAHMOUD; CROTEAU, 2002). Após a liberação, em virtude dos compostos alelopáticos serem moléculas orgânicas, geralmente sofre rápida transformação no solo, que pode ser causada pela ação microbiana, podendo tornar os compostos alelopáticos inertes ou mais eficazes como fitotoxinas (PIRES et al., 2001).

Os vegetais produzem seus metabólitos secundários tanto de expressão constitutiva (sempre presentes na planta) quanto de expressão ativada (conforme a necessidade) (MAIRESSE, 2005). Alguns compostos estão presentes em teores tão altos que podem ser até extraídos industrialmente, e outros, por outro lado, podem ser produzidos em concentrações muito baixas (IQBAL et al., 2003; TAIZ; ZEIGER, 2004). Entretanto, por serem extremamente bioativos, tais compostos, mesmo em mínimas concentrações, agem diretamente sobre as células, ativando ou inibindo o crescimento e desenvolvimento do próprio organismo ou de outros na vizinhança (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Quantidades baixas podem, ainda, atuar indiretamente, interagindo com outras moléculas, como os fito-hormônios, desencadeando processos de defesa das plantas contra pragas (MAIRESSE, 2005).

Atualmente, tem-se avaliado o potencial alelopático de várias plantas com o objetivo de uso como método de controle alternativo de plantas daninhas. Sem dúvida, é possível o uso da alelopatia no controle de plantas daninhas; porém, é necessário primeiramente avaliar seu efeito para posteriormente isolar os compostos e identificar seus mecanismos de ação (PIRES; OLIVEIRA, 2001). O conhecimento do mecanismo de ação permite elucidar o comportamento na planta, bem como interação com outras moléculas e contribuir para síntese mais racional de novos compostos (TREZZI, 2002).

Os estudos sobre o efeito de aleloquímicos na germinação das sementes e/ou desenvolvimento da planta são manifestações secundárias de efeitos ocorridos em nível molecular e celular na fase inicial de desenvolvimento. Além disso, há escassez de informações sobre estes mecanismos. Desta forma, pode-se afirmar que o modo de ação dos aleloquímicos é dividido em ação direta e indireta. Nesta, podem-se incluir alterações nas propriedades do solo, no estado nutricional das plantas, nas alterações de populações e/ou atividade dos micro-organismos. O modo de ação direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta receptora ou penetra nas células, interferindo diretamente no seu metabolismo. As alterações do aleloquímico podem ser pontuais, mas, como o metabolismo consiste numa série de reações com vários controles do tipo “feedback”, rotas inteiras podem ser alteradas, modificando os processos metabólicos (FERREIRA; AQUILA, 2000).

De acordo com Rizvi e Rizvi (1992), os aleloquímicos podem afetar estruturas citológicas e ultra-estruturais, hormônios (alteração nas concentrações e no balanço entre os diferentes reguladores vegetais), permeabilidade das membranas, absorção de nutrientes, movimentação estomática, síntese de pigmentos e fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, atividade enzimática, relações hídricas e condução e até mudanças genéticas (induzindo alterações no DNA e RNA).

Após colheita, os resíduos vegetais que permanecem no campo se decompõem por meio da atividade de micro-organismos e degradação enzimática. Esse processo libera no solo grande variedade de aleloquímicos, onde muitos têm importante atividade biológica, como inibidores da germinação de sementes, interferência no crescimento, na produtividade de várias espécies cultivadas e nas plantas daninhas. Dessa forma, a elucidação das interações alelopáticas tem finalidades práticas, pois a compreensão desse fenômeno pode levar a uma maior e mais correta utilização de coberturas vegetais e rotação de culturas para controlar as plantas daninhas ao desenvolvimento de novos herbicidas naturais e de espécies vegetais de potencial alelopático. Essas práticas vão de encontro com a atual ênfase da agricultura, que passou a ter como primeiro objetivo a produtividade sustentável por longos períodos de tempo, e não mais simplesmente a maior produção dentro de um curto período (ANAYA, 1999; NARWAL, 2006; WEIDENHAMER, 2006).

Os compostos aleloquímicos variam conforme a espécie e, na planta, pode variar na concentração, localização e composição, podendo ser excretados para o meio no solo ou no ar de forma ativa ou simplesmente lixiviados (FERREIRA & ÁQUILA, 2000). O tempo de permanência, a persistência e a transformação podem aumentar, diminuir ou fazer cessar o seu efeito alelopático pela ação de micro-organismos no solo. Assim, os compostos aleloquímicos possuem determinado tempo de ação no solo, podendo ser decompostos e diminuir, assim, o seu efeito sobre as plantas.

Essas substâncias podem ainda sofrer interações com outras substâncias alelopáticas, que pode resultar em incremento ou diminuição de seu efeito fisiológico na planta-alvo. O simples isolamento, identificação e teste de uma substância alelopática, liberada ou extraída de uma planta, é uma prática restrita para gerar argumento convincente de que esses compostos causam alelopatia no solo (BLUM et al., 1999).

O efeito alelopático pode ser confundido em condições de campo com outras causas, tais como patógenos, desequilíbrios nutricionais, baixo vigor de sementes e efeitos do clima. Plantas cuja palha apresenta relação C/N elevada

podem causar deficiência de nitrogênio, outras podem hospedar insetos ou patógenos que atacam a cultura subsequente e, por falta de conhecimento, muitos sintomas são atribuídos à alelopatia (GASSEN; GASSEN, 1996).

Apesar dos benefícios vindos da compreensão da alelopatia no solo, esse processo é difícil de demonstrar sob condições de campo. Assim como outras interações ecológicas, a alelopatia é um fenômeno complexo. As plantas competem umas com as outras de várias formas, a fim de obter recursos como nutrientes, água, luz, polinizadores ou mesmo espaço para crescer. Nessa competição, elas se utilizam de características morfológicas como sistemas radiculares extensos, maior área foliar, rápido desenvolvimento e características fisiológicas que permitam maior aproveitamento de água, nutrientes e luz. Os fatores abióticos, como o pH do solo, a umidade e a temperatura também influenciam no crescimento das plantas. Cabe ao pesquisador arranjar meios de diferenciar esses fatores do processo da alelopatia, que também atua na competição das plantas por recursos naturais, e é influenciada pelos fatores bióticos e abióticos (OLIBONE et al., 2006; WEIDENHAMER, 2006).

A literatura especializada apresenta uma série de trabalhos que relatam efeitos significativos de extratos aquosos de plantas de potencial alelopático na inibição da germinação das sementes e crescimento de diversas espécies (MEDEIROS et al., 1990; TREZZI, 2002; OLIBONE et al., 2006). Esses experimentos comprovam o efeito alelopático de uma determinada planta e contribuem para a identificação de novas substâncias, com possibilidades de uso comercial. Porém, tais trabalhos não comprovam a atividade alelopática no campo, uma vez que no solo essas substâncias se encontram em concentração muito menor, que gera menor contato com as raízes das plantas.

A pesquisa que se utiliza de coberturas mortas, lixiviados, exsudatos ou detritos, contendo substâncias orgânicas ou inorgânicas, inibitórias, neutras ou estimulantes, torna-se mais confiável para estabelecer o fenômeno da alelopatia na natureza (BLUM et al., 1999). Contudo, torna-se necessário o emprego de métodos que permitam observar se um dado efeito na planta-alvo foi gerado por

substâncias alelopáticas, como, por exemplo, efeitos provocados por ácidos fenólicos, ou por algum outro fator biótico ou abiótico.

Muitos trabalhos atestam potenciais efeitos alelopáticos de coberturas mortas ou palhadas de espécies variadas sobre o crescimento e produtividade de plantas cultivadas ou plantas daninhas (TREZZI; VIDAL, 2004; CORREIA et al., 2005). Resíduos de várias culturas como o trigo, arroz, canola, sorgo, cevada e girassol são conhecidos como supressores de plantas daninhas por meio de seus efeitos alelopáticos. A presença dessas coberturas mortas diminuiu a utilização de herbicidas em algumas áreas cultivadas.

Geralmente, o efeito da cobertura morta para manejo de plantas daninhas diminui após quatro a seis semanas, devido à perda de biomassa pela decomposição e pela quebra e transformação dos aleloquímicos liberados no ambiente (KOHLL et al., 2006). Todavia, o efeito da palhada sobre o crescimento e produtividade de outra cultura, ou no controle das plantas daninhas, não pode ser atribuído unicamente à alelopatia. A palhada de sorgo, de conhecido efeito alelopático, pode inibir a germinação e crescimento de espécies cultivadas, pois os resíduos vegetais mantidos na superfície do solo alteram a umidade, luminosidade e temperatura do solo, principais elementos no controle da dormência e germinação de sementes. A cobertura do solo também pode prejudicar as plântulas em desenvolvimento, devido à barreira física, causando o estiolamento, tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos. Pode ainda favorecer o desenvolvimento de insetos e fungos, que se alimentam ou se hospedam nas sementes e na parte aérea das plantas daninhas. Esses efeitos podem ocorrer de forma isolada ou por meio da interação entre eles (CORREIA et al., 2005).

Além da ação alelopática, há também a possibilidade de que extratos de plantas possam inibir a germinação de sementes não necessariamente devido aos seus constituintes químicos, mas sim em função do potencial osmótico do extrato (MAZZAFERA, 2003). Este fato é pouco considerado e pode mascarar o fenômeno alelopático. Os efeitos do potencial osmótico podem ser notados no comportamento germinativo pelo atraso na velocidade de germinação (RODRIGUES et al., 1999).

Sendo assim, há a necessidade de complementar a informação obtida no campo com testes em laboratório que comprovem que um dado efeito na planta-alvo pode ser realmente atribuído ao fenômeno da alelopatia (KOHLI et al., 2006; CHOU, 2006).

Nos programas de melhoramento genético da soja, busca-se a seleção de genótipos com teores de lignina superiores a 5%, por apresentarem maior resistência ao impacto mecânico do que cultivares com tegumento impermeável (ALVAREZ et al., 1997). Porém, ainda não está devidamente esclarecida a relação entre o teor de lignina e a qualidade fisiológica das sementes de soja.

Alvarez et al. (1997) e Panobianco et al. (1999) observaram relação direta entre a resistência das sementes de soja aos danos mecânicos e os teores de lignina no tegumento. Também, foi observada grande variabilidade genética em soja para a resistência ao dano mecânico (CARBONELL; KRZYZANOWSKI, 1995) e para o teor de lignina (CARBONELL; KRZYZANOWSKI, 1995; ALVAREZ et al., 1997). A lignificação do tegumento é uma característica relevante, pois confere resistência mecânica ao tecido e protege a parede celulósica do ataque de micro-organismos (TAVARES et al., 1987).

A lignina é o terceiro maior componente da parede celular e o principal constituinte da substância intercelular, responsável pela manutenção da integridade e coesão estrutural das fibras vegetais (MENEZES et al., 2009).

Além de proporcionar rigidez aos tecidos condutivos das plantas vasculares, a lignina funciona como uma barreira contra a perda excessiva de água. A presença de lignina nas plantas é fundamental para as junções entre células vizinhas, expansão e enrijecimento dos tecidos, provendo, assim, uma forte barreira física contra a invasão de micro-organismos (BOUDET, 2000).

O processo metabólico de deposição de lignina na parede celular é necessário em todos os tecidos das plantas, e é uma etapa importante durante a expansão celular e o crescimento da raiz. Além de desempenhar papel importante na absorção, transporte e secreção de substâncias, é responsável pela resistência mecânica de vegetais e é uma das principais formas de defesa da planta (FENGEL & WEGENER, 1984). Em geral, a parede celular se torna lignificada

quando há um decréscimo da expansão celular, mas também quando está sob estresse, seja ele biótico ou abiótico, ou ainda quando as células, principalmente do xilema, se diferenciam para uma especialização particular (CHRISTENSEN et al., 1998).

A semente de soja é muito sensível ao dano mecânico, uma vez que as partes vitais do eixo embrionário (radícula, hipocótilo e plúmula) estão situadas sob um tegumento pouco espesso, que praticamente não lhe oferece proteção (FRANÇA NETO & HENNING, 1984). A susceptibilidade do tegumento da semente ao dano mecânico constitui-se em caráter importante para a qualidade de sementes de soja, a qual está intimamente relacionada com a variabilidade genética (CARBONELL, 1995).

O tegumento da semente é proveniente dos integumentos do óvulo, e o integumento externo, ou primina, origina a testa, enquanto o integumento interno, ou secundina, origina o tégmen. Em um corte transversal da testa de uma semente de soja, podem ser distinguidas quatro camadas a partir da superfície: cutícula, epiderme (células paliçádicas ou macroesclerídeos), hipoderme (células em ampulheta ou células pilares ou osteoesclerídeos) e células parenquimatosas (SWANSON et al., 1985). De acordo com CAVINESS & SIMPSON JUNIOR (1974), a espessura do conjunto das quatro camadas da testa da semente de soja pode variar de 70 a 100µm, e pode existir variação entre cultivares. Essa característica é constante dentro de cada cultivar e é controlada geneticamente. Na testa das sementes de soja, está presente a lignina, polímero natural associado à qualidade das sementes (LEWIS & YAMAMOTO, 1990).

Assim, com as avaliações realizadas neste trabalho, é possível verificar se o cultivo de soja em sucessão às coberturas utilizadas influenciam o teor de lignina no tegumento da semente, podendo ainda verificar a relação entre o teor de lignina da semente e a sua qualidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação e condução do experimento de campo

O ensaio foi realizado em campo na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) (52°03'54" W; 23°22'12" S, com altitude de 430 metros), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho distróférrico de textura média (EMBRAPA, 1999). Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático predominante na região é o Cfa – subtropical úmido mesotérmico caracterizado pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas severas e possível concentração de chuvas no período de verão (IAPAR, 1987). Os dados de precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima, referentes ao período de condução do experimento em campo, foram coletados diariamente na estação meteorológica da FEI/UEM (Figuras 1 e 2). Foi realizada a análise química do solo por amostra retirado da camada de 0 a 20 cm antes da instalação do experimento e os resultados apresentados na Tabela 1.

O delineamento utilizado foi blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições, em que as seis coberturas foram designadas como sendo as parcelas e as cinco cultivares de soja as subparcelas. As parcelas das coberturas tiveram 27 m de comprimento e 3 m de largura, com 1 m entre parcelas. As subparcelas foram constituídas de 6 fileiras (com espaçamento entrelinhas de 0,45 m) de 5 m de comprimento, com 0,5 m entre subparcelas. Para as avaliações, utilizou-se a área útil de 5,4 m², em que foram consideradas apenas as quatro fileiras centrais, descartando-se 1 m de cada extremidade das fileiras (bordaduras).

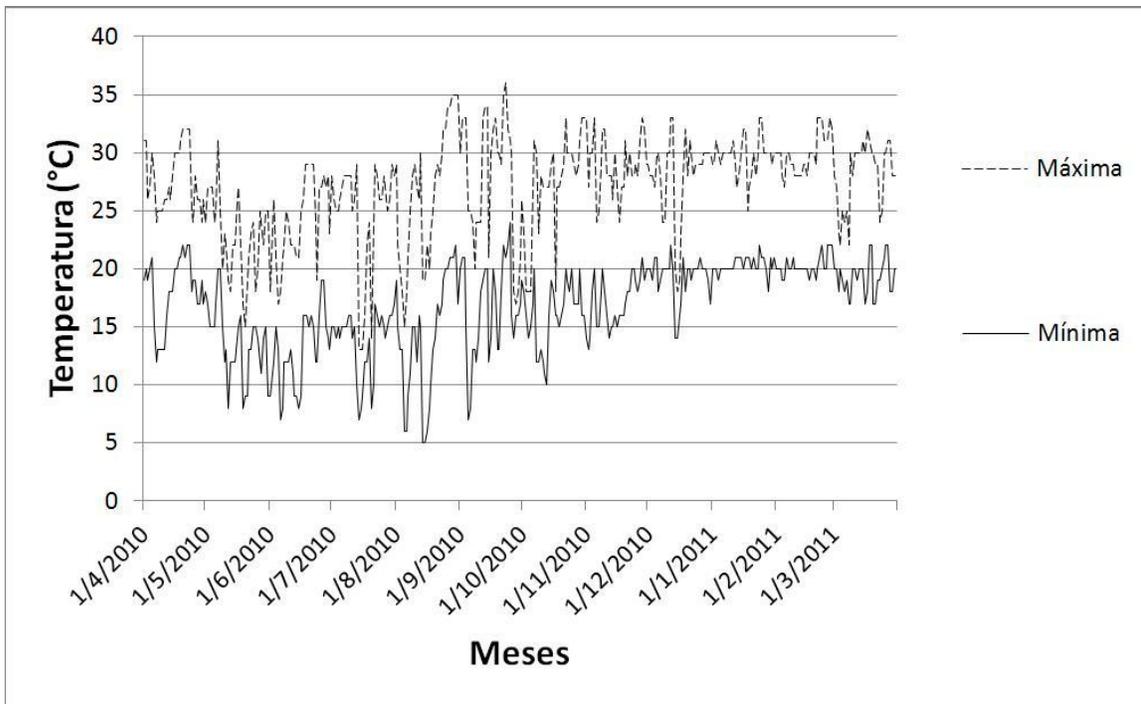


Figura 1 – Dados climáticos de temperatura máxima e mínima diária durante a condução do ensaio ano agrícola 2010/2011, Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), Maringá/PR.

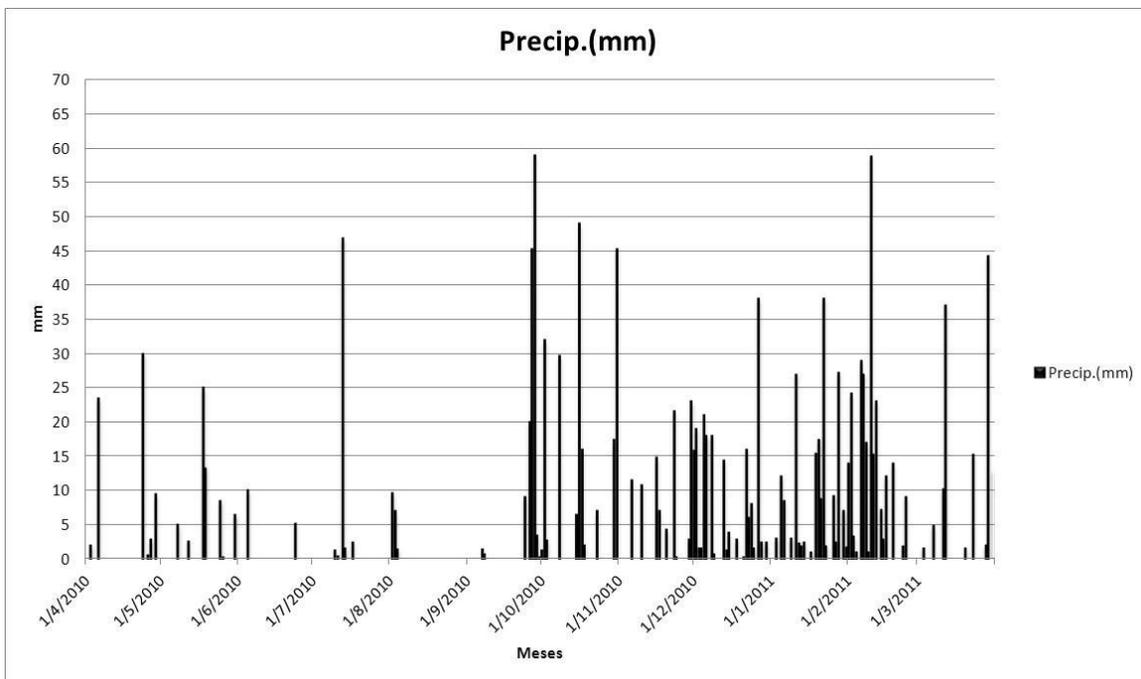


Figura 2 – Dados de precipitação pluvial, durante a condução do ensaio, ano agrícola 2010/2011, Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), Maringá/PR.

Tabela 1 – Caracterização química e fertilidade da amostra de solo da área experimental, (FEI – UEM, Maringá, 2010).

Macronutrientes									
Profundidade	cmol_c dm⁻³				mg dm⁻³		g dm⁻³		Ph
	H⁺+Al³⁺	Al³⁺	Ca²⁺	Mg²⁺	K⁺	P	C	H₂O	CaCl₂
0 – 20 cm	3,97	0,10	3,41	1,43	0,60	6,5	11,78	4,60	5,40
Micronutrientes (mg dm⁻³)									
Profundidade	Fe		Zn		Cu		Mn		
0 – 20 cm	90,83		4,64		17,22		166,76		
Profundidade	cmol_c dm⁻³		(%)		(%)		Relações		
	S	CTC	V	M. Org.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K		
0 – 20 cm	5,44	9,41	57,81	35,64	2,38	5,68	2,38		
SATURAÇÃO DO COMPLEXO DE TROCA (%)									
Profundidade	Al		Ca		Mg		H		
0 – 20 cm	1,06		36,24		15,20		41,12		

Os tratamentos foram compostos por cinco coberturas (aveia, braquiária, canola, sorgo e trigo), mais a testemunha (pousio), formando as parcelas. Dentro de cada parcela, foram casualizadas as cinco cultivares de soja (NK 7059 RR, BMX Potência RR, BRS 316 RR, CD 241 RR e CD 250 RR).

Tabela 2 – Esquema dos tratamentos com as coberturas constituídos de cinco culturas, mais a testemunha, e cinco cultivares de soja.

Coberturas (Parcelas)	Aveia	Braquiária*	Canola	Sorgo	Trigo	Test.**
Cultivares (Subparcelas)	NK 7059 RR	NK 7059 RR	NK 7059 RR	NK 7059 RR	NK 7059 RR	NK 7059 RR
	BMX Pot RR	BMX Pot RR	BMX Pot RR	BMX Pot RR	BMX Pot RR	BMX Pot RR
	BRS 316 RR	BRS 316 RR	BRS 316 RR	BRS 316 RR	BRS 316 RR	BRS 316 RR
	CD 241 RR	CD 241 RR	CD 241 RR	CD 241 RR	CD 241 RR	CD 241 RR
	CD 250 RR	CD 250 RR	CD 250 RR	CD 250 RR	CD 250 RR	CD 250 RR

* *Brachiaria ruziziensis*; ** Testemunha (Preparo Convencional).

A área foi previamente preparada com arado de disco a profundidade média de 0,30 m com objetivo de homogeneizar e romper possíveis camadas adensadas no solo. Após 15 dias, a área foi dessecada com Roundup® WG (glifosato) na quantidade de 2,0 kg ha⁻¹ para, então, realizar a semeadura das coberturas.

Na semeadura das coberturas, a área foi adubada com 300 kg ha⁻¹ do fertilizante 10 – 15 – 15 (N – P₂O₅ – K₂O) com uso de uma semeadora-adubadora de espaçamento de 15 cm. Após serem demarcadas as parcelas experimentais, a semeadura da aveia preta (*Avena sativa*), braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), canola (Híbrido Hyola 401) (*Brassica napus*), sorgo (Híbrido BRS 310) (*Sorghum bicolor*) e trigo (Cultivar CD 150) (*Triticum aestivum*) foi realizada a lanço no dia 28 de abril de 2010, com posterior incorporação das sementes com uso de grade niveladora semiaberta.

Foram realizadas capinas manuais para manejo de plantas daninhas. Na testemunha foram realizadas capinas para que a área ficasse em pousio, sem nenhuma planta, para não interferir nas características físicas e químicas do solo da parcela.

No dia 17 de setembro de 2010, foi realizada a dessecação das coberturas com 2 kg ha⁻¹ de Roundup® WG (glifosato) mais 1 L ha⁻¹ de DMA 806 BR (2,4 D). A aplicação tratorizada foi realizada utilizando bico leque simples com volume de calda de 200 L ha⁻¹.

A semeadura da soja sobre as coberturas e a testemunha foi realizada no dia 22 de outubro de 2010. A adubação de semeadura foi realizada por meio de um conjunto mecanizado composto por uma semeadora-adubadora e um trator. A quantidade de adubo utilizado foi calculada com base na análise de solo e seguindo recomendações da Embrapa (2009), objetivando produzir 3.500 kg ha⁻¹ de sementes. Em cada parcela de cada cobertura e da testemunha, foram semeados os seguintes genótipos de soja: NK 7059 RR (Vmax RR), BMX Potência RR, BRS 316 RR, CD 241 RR e CD 250 RR, por meio de semeadora manual.

Na semeadura, as sementes de soja foram tratadas com fungicida Vitavax Thiram 200 SC (Carboxin + Thiram) a 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes e inoculadas com inoculante turfoso a base de *Bradyrhizobium japonicum* a 100 g 100 kg⁻¹.

Durante o desenvolvimento da soja, foram realizadas capinas manuais e aplicações de Roundup Ready[®] (glifosato) para o controle de plantas daninhas. O controle de pragas e doenças foi realizado respeitando o nível de dano econômico para o manejo integrado, com o uso de: Nomolt[®] (Teflubenzuron) a 50 mL ha⁻¹ e Thiodan CE[®] (Endossulfan) a 1.250 mL ha⁻¹, para controle de lagartas; Tamaron[®] (Metamidofós) a 500 mL ha⁻¹ e Engeo Pleno[®] (Lambda Cialotrina e Tiametoxan) a 200 mL ha⁻¹, para controle de percevejos; Opera[®] (Epoconazole + Pyraclostobin) a 500 mL ha⁻¹ e Priori Xtra[®] (Azoxystrobin + Ciproconazole) a 300 mL ha⁻¹, para o controle da ferrugem asiática da soja e complexo de doenças de final de ciclo.

A análise estatística foi realizada após as pressuposições básicas para a análise de variância (modelo matemático aditivo; erros do modelo independentes; erros com distribuição normal; erros homocedásticos) terem sido atendidas. Os dados foram submetidos à Anova e, independente da significância pelo teste F ($p < 0,05$), nas interações, prosseguiram-se os desdobramentos necessários para diagnosticar possíveis efeitos da interação.

As médias foram comparadas pelo teste t de Bonferroni ($p < 0,05$), para avaliação dos efeitos das coberturas e das cultivares e para a interação coberturas x cultivares. O software utilizado nas análises foi o SISVAR (FERREIRA, 2000).

3.2. Avaliação do desempenho agrônômico

Por ocasião do estágio R₈ (95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura, segundo FEHR et al., 1971), foram mensuradas na área útil das parcelas em 10 plantas a altura média das plantas, altura de inserção das primeiras vagens e número de vagens por planta.

As plantas foram colhidas manualmente, cinco a oito dias após o estágio R₈. Após a colheita, as vagens foram debulhadas em máquina trilhadora

estacionária, limpas com o auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel kraft.

Partindo-se do rendimento de sementes nas parcelas, foram estimadas as produtividades em kg ha^{-1} , para cada tratamento. Em seguida, foi determinada a massa de 1.000 sementes, por meio da pesagem de oito subamostras de 100 sementes com o auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama, multiplicando-se os resultados por 10 (BRASIL, 2009). Para o cálculo do rendimento e da massa de 1.000 sementes, o grau de umidade das sementes, determinado por meio do método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ (BRASIL, 2009), foi corrigido para 13% base úmida.

3.3. Avaliação das sementes

O teste de germinação foi realizado com oito subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição de campo. As sementes foram semeadas entre três folhas de papel-toalha umedecidas com água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a três vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos, que foram levados para germinador do tipo Mangelsdorf, regulado para manter constante a temperatura de 25°C , por um período de oito dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo as prescrições contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A primeira contagem do teste de germinação foi efetuada em conjunto com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

O envelhecimento acelerado foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, as quais foram dispostas sobre tela de aço inox inserida no interior de caixas plásticas (tipo gerbox) contendo 40 mL de água (KRZYZANOWSKI et al., 1991). Posteriormente, as caixas foram levadas a uma câmara jaquetada de água (Water Jacked Incubator), modelo 3015, marca VWR/USA, a 41°C , por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após esse período, as

sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

O teste de tetrazólio foi realizado utilizando 100 sementes (duas repetições de 50 sementes) para cada repetição, conforme sugerido por França Neto et al. (1998). As sementes foram embaladas em papel de germinação umedecido e mantidas nestas condições por um período de 16 horas a 25°C. Após o pré-condicionamento, as sementes foram colocadas em copos plásticos com capacidade de 50 mL, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio (concentração de 0,075%). As sementes permaneceram em uma câmara de germinação do tipo B.O.D. a 40°C por 180 minutos. Esta operação foi realizada no escuro, uma vez que a solução de tetrazólio é sensível à luz.

Alcançada a coloração ideal, as sementes foram retiradas do ambiente a 40°C e, em seguida, lavadas com água comum e mantidas submersas em água. Na avaliação, as sementes foram classificadas quanto ao vigor e viabilidade em classes de 1 a 8. A semente classificada como classe 1 não possui nenhum sinal de dano mecânico, por umidade ou por percevejo, e a classe 8 como semente morta. A viabilidade foi representada pela soma do percentual de sementes pertencentes às classes de 1 a 5 e o vigor, pelas classes 1 a 3 (FRANÇA NETO et al., 1998).

O teste de sanidade foi efetuado por meio do método do papel-filtro (“blottertest”), utilizando-se 100 sementes, divididas em quatro subamostras de 25 sementes para cada repetição de campo, e colocadas em caixas plásticas do tipo “gerbox”, sobre quatro folhas de papel-filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e autoclavada. A incubação foi realizada em condição ambiente de laboratório a 25°C por 12h de iluminação com uso de lâmpadas fluorescentes, alternadas com 12h de escuro durante sete dias. Após esse período, foram avaliados os fungos presentes nas sementes com o auxílio de lupa com iluminação e microscópio estereoscópio (HENNING, 1987; HENNING, 1994; GOULART, 1997).

A determinação de proteínas foi realizada utilizando-se o método de Kjeldahl na quantificação de nitrogênio total, conforme recomendação da Association of Official Analytical Chemist (1975), com modificações. Foram analisadas quatro subamostras de 0,2 g de sementes moídas, provenientes de amostras de cada repetição de campo, as quais foram condicionadas em tubos de ensaio, com 2 g de uma mistura catalítica (sulfato de cobre e selênio em pó) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Estes tubos foram levados para aquecimento em um bloco digestor para a fase de digestão da matéria orgânica. O aquecimento foi gradual, aumentando 50°C a cada trinta minutos e, assim que a temperatura de 350°C foi atingida, o material permaneceu nesta temperatura por mais 2,5 horas. Após a obtenção do material digerido, iniciou-se a fase de destilação da amônia liberada, após a reação com hidróxido de sódio (50%), em que esta foi recolhida em solução de ácido bórico a 4%. A titulação foi realizada em solução padrão de ácido clorídrico a 1 N e os indicadores foram o vermelho de metila (0,2%) e o azul de metila (0,2%). Obteve-se, para esse procedimento, uma recuperação de 99,7% de nitrogênio. Para o cálculo da conversão de nitrogênio em proteínas, foi utilizado o fator 6,25 e a porcentagem de proteínas foi obtida com base na matéria seca.

A determinação de óleo utilizou-se o aparelho extrator de Soxhlet e éter de petróleo como solvente, segundo o procedimento descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), com refluxo de 6 horas. Foram avaliadas quatro subamostras de 2 g de cada repetição de campo, provenientes de sementes moídas. Os resultados foram expressos em porcentagem de óleo extraído, determinado por diferença de pesagem.

3.4. Avaliações bioquímicas

3.4.1. Determinação dos teores de lignina

As sementes de soja (200) foram imersas em água por 12 horas. Após esse período, os tegumentos foram retirados das sementes e colocados para secar em estufa a 80°C por 16 horas. A seguir, o material foi esfriado em dessecador a

vácuo, as amostras foram trituradas, pesadas e avaliadas pelo método da acetilbromida (FERRARESE et al., 2002).

Tegumento seco (0,3 g) foi homogeneizado em 50 mM tampão fosfato pH 7,0 (7 mL) e transferido para um tubo de centrífuga (FERRARESE et al., 2000; SANTOS et al., 2004). O precipitado foi centrifugado (1.400g, 6 min.), lavado e centrifugado sucessivamente como segue: mais 2 vezes com 50 mM tampão fosfato pH 7,0 (7 mL); 3 vezes com 1% (v/v) Triton® X-100 em tampão pH 7,0 (7 mL); 2 vezes com 1 M NaCl em tampão pH 7,0 (7 mL); 2 vezes com água destilada (7 mL); e 2 vezes com acetona (5 mL). O material foi seco em estufa (80°C, por 24 h) e a massa foi definida como a fração da parede celular livre de proteínas. A seguir, esse material foi usado para a determinação do teor total de lignina pelo método da lignina solúvel em brometo de acetila (MORRISON, 1972). Uma porção (20 mg) do material foi acondicionada em tubo de centrífuga e 500 µL de acetilbromida 25% foram acrescentados. As amostras foram aquecidas a 70°C, por 30 min, transferidas para banho de gelo e a reação foi interrompida com adição de 0,9 mL de NaOH 2 M. A seguir, foram adicionados 0,1 mL de hidroxilamina-HCl 7,5 M e 2 mL de ácido acético gelado. As amostras foram centrifugadas (1.000g, por 5 min), o sobrenadante diluído e usado para a realização das leituras em espectrofotômetro a 280 nm. A concentração de lignina foi determinada de acordo com uma curva padrão e expressa em mg de lignina g⁻¹ de parede celular (FERRARESE FILHO et al., 2008).

3.4.2. Determinação do teor de fenóis totais

Para determinação do teor de fenóis totais, foram utilizadas folhas da soja retiradas do terço médio das plantas, quando estavam em estágio de desenvolvimento V5. As folhas foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 60°C por 12 horas. Posteriormente, cada amostra foi triturada separadamente e foram pesados 0,25 g de matéria seca triturada para cada amostra. A matéria seca foi macerada juntamente com 5 mL de solução de HCl 2 N e colocadas em pequenos recipientes de vidro com tampa-rosca. Os frascos

foram levados à fervura durante 30 minutos, para realização da digestão. Após a fervura e o resfriamento, o material foi filtrado por meio de papel-filtro. O filtrado obtido foi diluído 150 vezes com água destilada, e a 5 mL do filtrado diluído foram acrescentados 0,75 mL de NaCO₃ 1,9 M e 0,25 mL de reagente de Folin-Ciocalteu. A reação ocorreu no escuro por uma hora e a absorbância foi determinada em espectrofotômetro a 750 nm. A concentração de fenóis totais foi determinada de acordo com uma curva padrão e expressa em mg de fenós totais g⁻¹ de matéria seca (HERRIG et al., 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desempenho agrônômico

Ao se analisar os resultados das variáveis altura de inserção de primeira vagem, altura de plantas, número de vagens por planta, massa de 1.000 sementes e produtividade (Tabela 3), é possível verificar que ocorreu efeito significativo para o fator Cultivares, não ocorrendo nenhum efeito significativo ($p > 0,05$), tanto isolado (efeito principal) como na interação, para as outras variáveis.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância, referente à inserção de primeiras vagens em cm (INS), altura de plantas em cm (ALT), número de vagens por planta (VAG), massa de 1.000 sementes em gramas (MMS) e produtividade em kg ha^{-1} (PROD) no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR).

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		INS	ALT	VAG	MMS	PROD
Coberturas	5	7,33 ^{NS}	173,94 ^{NS}	102,95 ^{NS}	136,97 ^{NS}	36698,26 ^{NS}
Blocos	3	3,62 ^{NS}	37,14 ^{NS}	176,54 ^{NS}	122,92 ^{NS}	230423,73 ^{NS}
Erro 1 (Cob. x Blocos)	15	4,07	92,10	169,93	46,31	70493,15
Cultivares	4	162,84 [*]	353,54 [*]	2534,59 [*]	6417,59 [*]	430381,43 [*]
Cobert. x Cultiv.	20	3,41 ^{NS}	59,51 ^{NS}	79,91 ^{NS}	50,09 ^{NS}	37304,48 ^{NS}
Erro 2	72	9,07	41,61	91,51	27,46	64508,96
Total	119	15,64	115,49	46,01	179,71	1537,81
C.V. 1 (%)		12,92	8,31	28,33	3,79	17,27
C.V. 2 (%)		19,26	5,59	20,79	2,92	16,52

* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t de Bonferroni. ^{NS} não-significativo.

Os resultados das médias das variáveis analisadas, excluindo o fator Cultivares, não diferiram entre si, diferentemente do constatado por Lopes (2006). O autor afirma que coberturas vegetais de aveia preta, ervilhaca comum, nabo

forrageiro, tremoço branco e ervilha forrageira influenciaram na produtividade da cultura da soja, com a semeadura sendo realizada cinco dias após a dessecação das coberturas.

De acordo com Machado e Brum (1978), a produtividade de cultivos sobre palhadas em semeadura direta interfere nas características físicas do solo (densidade, porosidade e resistência à penetração), havendo somente diferença nos resultados à longo prazo.

Levando em consideração os efeitos dos aleloquímicos, é possível inferir que os efeitos alelopáticos são observados em experimentos em que a semeadura da soja é realizada imediatamente ou pouco tempo após as coberturas serem dessecadas, mortas ou onde sua massa fresca é depositada sobre o solo, além de experimentos utilizando substrato umedecido com extratos de plantas (RIZZARDI, 2007; CARVALHO, 1993; FERREIRA & AQUILA, 2000).

Porém, no experimento, a semeadura da soja foi realizada aproximadamente 30 dias após a dessecação das coberturas. No solo, os aleloquímicos se encontraram em concentração muito menor, gerando menor contato com as raízes das plantas. Não obstante, no solo, essas substâncias sofrem interferências bióticas e abióticas, que podem ter modificado ou exaurido o poder alopático destas. Um fator abiótico que pode ter influenciado foi o volume de chuvas entre a data da dessecação e da semeadura (total de 275,7 mm, Figura 2). Isto pode ter contribuído para a lixiviação dos aleloquímicos no perfil do solo.

4.2. Qualidade de sementes

Para as variáveis referentes ao vigor, germinação, envelhecimento acelerado e sanidade das sementes, não foram constatadas diferenças significativas para as fontes de variação coberturas e interação coberturas X cultivares (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância, referente ao vigor (VIG), germinação (GER), envelhecimento acelerado (ENV) e sanidade das sementes em porcentagem (SAN) no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR).

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		VIG	GER	ENV	SAN
Coberturas	5	220,39 ^{NS}	286,04 ^{NS}	69,67 ^{NS}	206,43 ^{NS}
Blocos	3	438,28 ^{NS}	484,02 ^{NS}	640,69 ^{NS}	79,58 ^{NS}
Erro 1 (Cobert. x Blocos)	15	167,80	153,32	205,78	153,85
Cultivares	4	1908,22 [*]	1947,35 [*]	2290,54 [*]	2425,34 [*]
Cobert. x Cultiv.	20	95,08 ^{NS}	115,17 ^{NS}	55,92 ^{NS}	143,61 ^{NS}
Erro 2	72	91,06	94,13	84,05	232,19
Total	119	73,77	80,89	69,12	61,78
C.V. 1 (%)		17,56	15,31	20,75	20,08
C.V. 2 (%)		12,94	11,99	13,26	24,66

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste t de Bonferroni. ^{NS} não-significativo.

Na Tabela 5, os resultados da análise de variância para as variáveis condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), porcentagem de vigor e viabilidade pelo teste de Tetrazólio também não apresentaram significância para as fontes de variação testadas, exceto para cultivares.

Sobre os resultados das avaliações de qualidade de sementes, excluindo a fonte de variação cultivares, pode-se verificar que não houve diferença significativa. Assim, é possível inferir que nenhum dos tipos de coberturas utilizados influenciou a qualidade de sementes.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância, referente à condutividade elétrica (COND), porcentagem de sementes vigorosas pelo teste de Tetrazólio (VGTZ) e porcentagem de sementes viáveis pelo teste de Tetrazólio (VBTZ) no ano agrícola de 2010/2011.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		COND	VGTZ	VBTZ
Coberturas	5	194,79 ^{NS}	268,57 ^{NS}	83,90 ^{NS}
Blocos	3	394,44 ^{NS}	82,75 ^{NS}	19,92 ^{NS}
Erro 1 (Cobert. x Blocos)	15	184,91	71,19	17,33
Cultivares	4	742,81 [*]	131,30 [*]	62,45 [*]
Coberturas x Cultivares	20	251,46 ^{NS}	94,11 ^{NS}	30,97 ^{NS}
Erro 2	72	159,30	43,20	21,81
TOTAL	119	45,47	75,73	90,85
C.V. 1 (%)		29,90	11,14	4,58
C.V. 2 (%)		27,75	8,68	5,14

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste t de Bonferroni. ^{NS} não-significativo.

Quanto ao teor de óleo, houve somente efeito significativo entre as cultivares. Para teor de proteínas nas sementes, observou-se efeito significativo para todas as fontes de variação, exceto para a interação (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância, referente a porcentagem do teor de óleo nas sementes (ÓLEO) e porcentagem do teor de proteínas (PROTEÍNA) no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR).

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		ÓLEO (%)	PROTEÍNA (%)
Coberturas	5	5,59 ^{NS}	6,10 [*]
Blocos	3	8,38 ^{NS}	3,23 [*]
Erro 1 (Coberturas x Blocos)	15	3,25	0,64
Cultivares	4	11,78 [*]	22,66 [*]
Coberturas x Cultivares	20	2,93 ^{NS}	2,92 ^{NS}
Erro 2	72	3,90	1,53
TOTAL	119	14,86	49,62
C.V. 1 (%)		12,13	1,61
C.V. 2 (%)		13,29	2,50

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste t de Bonferroni. ^{NS} não-significativo.

Tabela 7 – Teores de óleo e proteínas obtidos nas sementes produzidas pelos cultivares em cada cobertura no ano agrícola 2010/2011. (UEM, Maringá – PR).

COBERTURAS	PROTEÍNAS (%)
Testemunha	48,7435 B
Braquiária	49,4695 AB
Canola	49,5575 AB
Aveia	49,5640 AB
Sorgo	50,1535 A
Trigo	50,2865 A
Média	49,6291

¹ Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni, a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados do teste de médias de porcentagem do teor de proteínas, é possível verificar que as sementes de soja cultivadas sobre as coberturas de sorgo e trigo proporcionaram teores de proteínas superiores à cultivada em pousio. A diferença entre a testemunha e as culturas de sorgo e trigo pode ter ocorrido pelo fato da decomposição e liberação do nitrogênio no momento que a quantidade de proteínas na semente era definida, ou seja, as outras culturas também liberaram o nutriente no solo, porém, no sorgo e no trigo, essa liberação ocorreu na fase em que o teor de proteínas na semente era definido, incrementando a quantidade de nitrogênio que é fornecida pela fixação biológica de nitrogênio (FBN).

4.3. Avaliações bioquímicas

Na Tabela 8, os resultados da análise de variância para os fenóis totais das folhas e teor de lignina do tegumento das sementes apresentaram significância para as fontes de variação coberturas e cultivares.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância, referente aos fenóis totais das folhas (FENOL) e teor de lignina do tegumento das sementes no ano agrícola de 2010/2011. (UEM, Maringá – PR).

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		FENOL	LIGNINA (mg g ⁻¹)
Coberturas	5	4,31 *	3,32 *
Blocos	2	4,38 *	0,77 ^{NS}
Erro 1 (Coberturas x Blocos)	10	0,89	0,49
Cultivares	4	4,11 *	0,68 *
Coberturas x Cultivares	20	1,06 ^{NS}	0,42 ^{NS}
Erro 2	48	1,06	0,23
TOTAL	89	17,72	5,38
C.V. 1 (%)		5,34	13,08
C.V. 2 (%)		5,80	8,97

* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t de Bonferroni. ^{NS} não-significativo.

De acordo com os dados da Tabela 9, a testemunha apresentou média superior de quantidade de fenóis totais em relação às coberturas de braquiária e sorgo. Em contrapartida, em relação ao teor de lignina no tegumento das sementes, observou-se que as coberturas de braquiária, canola e sorgo apresentaram maiores valores em relação à cobertura de aveia.

Os resultados obtidos permitiram constatar ausência de relação entre os resultados de fenóis totais nas folhas e o teor de lignina no tegumento das sementes.

A relação entre fenóis totais e teor de lignina se dá pelo fato da lignina ser considerada um composto fenólico. Portanto, como não houve relação entre o teor de lignina no tegumento da semente e o teor de fenóis, outro composto fenólico foi responsável pela diferença constatada entre as coberturas. Assim é necessário realizar um teste que quantifique individualmente os compostos fenólicos para concluir qual composto ou grupo foi responsável pela diminuição ou incremento no teor de fenóis totais.

Tabela 9 – Quantificação de fenóis totais das folhas (mg g^{-1} de MS) e teor de lignina (mg g^{-1} de tegumento) obtida dos tegumentos das sementes produzidas pelos cultivares em cada cobertura no ano agrícola 2010/2011. (UEM, Maringá – PR).

COBERTURAS¹	FENÓIS (mg g^{-1})	LIGNINA(mg g^{-1})
Aveia	17,69 AB	4,51 B
Braquiária	17,30 B	5,67 A
Canola	17,88 AB	5,85 A
Sorgo	17,25 B	5,55 A
Trigo	17,49 AB	5,46 AB
Testemunha	18,70 A	5,26 AB
Média	17,72	5,38

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni, a 5% de probabilidade.

Com isso, é possível inferir que o fato da área em pousio (testemunha) ter ficado sem nenhum tipo de vegetação durante o período de abril a outubro modificou as características do solo, pois, além de não possuir massa verde, o solo descoberto fica mais susceptível às ações do clima, sofrendo uma maior insolação, maior alternância de temperatura da camada superior, entre outros fatores. Isto pode ter contribuído para a diminuição da atividade microbológica e características físico-químicas desse solo, fazendo com que a planta produzisse uma quantidade maior de compostos fenólicos.

De acordo com Pires et al. (2001), após a liberação, os compostos alelopáticos, por serem moléculas orgânicas, geralmente sofrem rápida transformação no solo, que pode ser causada pela ação microbiana. Isto pode tornar os compostos alelopáticos inertes ou mais eficazes como fitotoxinas.

Com relação ao teor de lignina, as coberturas de braquiária, sorgo e canola apresentaram teores de lignina no tegumento da semente superiores às sementes de soja oriundas de plantas cultivadas sobre a cobertura de aveia. Porém, esse incremento no teor de lignina não influenciou em nenhum dos testes de qualidade de sementes, diferentemente do constatado por Alvarez et al. (1997) e

Panobianco et al. (1999), que observaram relação direta entre a resistência das sementes de soja aos danos mecânicos e aos teores de lignina no tegumento.

Assim, as substâncias alelopáticas das coberturas não interferiram nos resultados obtidos, considerando o tipo de solo que o experimento foi realizado, o intervalo de tempo entre a dessecação das coberturas e a semeadura da soja e as características climáticas do local e do ano agrícola.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados alcançados nesse trabalho, é possível concluir que:

- Não houve diferença significativa entre nenhuma cobertura em relação aos resultados das avaliações de desempenho agronômico, qualidade de sementes e teor de óleo nas sementes;
- Houve diferença significativa no teor de proteínas das sementes, teor de lignina do tegumento das sementes e quantificação de fenóis totais; e
- Os resultados obtidos não permitiram verificar efeito alelopático das coberturas sobre o desenvolvimento da soja, não podendo constatar, entre as culturas de coberturas utilizadas, uma com potencial alelopático.

6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.S. **Alelopatia e as pantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p.

ALVAREZ, P.J.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MANDARINO, J.M.G.; FRANÇA NETO, J.B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v. 25, n. 2, p. 209-214, 1997.

ANAYA, A.L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 6, p. 697–739, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. **Official methods of analysis**. Washington, D.C.: AOAC, 1975. 1054 p.

BLUM, U. Allelopathy: A Soil System Perspective. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; GONZALÉZ, L. (Ed.). **Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications**. The Netherlands: Springer, 2006. p. 299-340.

BLUM, U.; SHAFER, S. R.; LEHMAN, M.E. Evidence for inhibitory allelopathic interactions involving phenolic acids in field soils: concepts vs. an experimental model. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 5, p. 673–693, 1999.

BOUDET, A. L. Lignins and lignification: selected issues. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 38, n. 1-2, p. 81-96, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. The pendulum test for screening soybean genotypes for seeds resistant to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v. 23, p. 331–339, 1995.

CARVALHO, S.I.C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes***

guianensis var. vulgaris cv. Bandeirante. 1993. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CASTRO, P.R.C.; RODRIGUES, J.D.; MORAIS, M.A.; CARVALHO, V.L.M. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro. **Planta Daninha**, v. 2, n. 1, p. 79-85, 1983.

CAVINESS, C.E.; SIMPSON JUNIOR, A.M. Influence of variety and location on seed coat thickness of mature soybean seed. **Proceedings of the Associations of Seed Analysis**, v.64, p.102-108, 1974.

CHOU, C. Introduction to allelopathy. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; GONZALÉZ, L. (Ed.). **Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications**. The Netherlands: Springer, 2006. p. 1-9.

CHRISTENSEN O.B., J.H. Christensen, B. Machenhauer and M. Botzet, 1998: **Very high-resolution regional climate simulations over Scandinavia – Present climate**. *J. Climate*, 11, 3204-3229.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: intenção de plantio, segundo levantamento, novembro de 2010**. Brasília, 2010.

CORREIA, N.M.; SOUZA, I.F.; KLINK, U.P. Palha de sorgo associada ao herbicida Imazamox no controle de plantas daninhas na cultura da soja em sucessão. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 483-489, 2005.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Embrapa Solos: Brasília, 1999. 412 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil – 2009**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. (Sistemas de Produção, 13).

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; GURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FENGEL, D., WEGENER, G. **Wood, chemistry, ultrastructure, reactions**. New York :Waster & Grugter, 1984. 613p.

FERRARESE-FILHO, O. ; FERRARESE, Maria de Lourdes Lucio ; SANTOS, Wanderley Dantas dos . Bioassays on Plants: Plant Cells and Organelles. In:

Vattuone, M.A.; Catalán, C.A.; Sampietro, D.A.. (Org.). **Isolation, Identification and Characterization of Allelochemicals / Natural Products**. Enfield (NH), USA: Science Publishers, 2009, v. 1, p. 399-428.

FERRARESE, M.L.L.; RODRIGUES, J.D.; FERRARESE-FILHO, O. Phenylalanine ammonia lyase activity in soybean roots extract measured by reverse-phase high performance liquid chromatography. **Plant Biology**, v. 2, p. 152-153, 2000.

FERRARESE, M.L.L.; ZOTTIS, A.; FERRARESE-FILHO, O. Protein-free lignin quantitation in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) roots. **Biologia**, v. 57, p. 541-543, 2002.

FERREIRA, D.F. **Sistemas de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. Pacote computacional).

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

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39 p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto o caminho do futuro**. Passo Fundo: Almeida Sul, 1996. 207 p.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1997. (Documentos, 11).

HENNING, A. A. Testes de sanidade de sementes de soja. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 441-454.

HENNING, A. A. **Patologia de sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 1994. (Documentos, 90). 43p.

HERRIG, V.; FERRARESE, M.L.L.; SUZUKI, L.S.; RODRIGUES, J.D.; FERRARESE-FILHO, O. Peroxidase and phenylalanine ammonia-lyase activities, phenolic acid contents, and allelochemicals-inhibited root growth of soybean. **Biological Research**, v. 35, p. 51-58, 2002.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1987. 41p.

INDERJIT; CHENG, H.H.; NISHIMURA, H. Plant phenolics and terpenoids: transformation, degradation and potential for allelopathic interactions. In: INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M.; FOY, C.L. (Ed.). **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions**. Boca Raton, 1999. p. 255-266.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – I.A.L. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, v.1, 1985. 533p.

IQBAL, Z.; HIRADATE, S.; NODA, A.; FUJII, Y. Allelopathic activity of buckwheat: isolation and characterization of phenolics. **Weed Science**, v. 51, p. 657-662, 2003.

KOHLI, R.K.; BATISH, D.R.; SINGH, H.P. Allelopathic interactions in agroecosystems. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N. e GONZALÉZ, L. (Eds). **Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications**. The Netherlands: Springer, 2006. p. 465-493.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

LEWIS, N.G.; YAMAMOTO, E. Lignin: occurrence, biogenesis and biodegradation. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.41, p.455-496, 1990.

LOPES, R.A.P. **Desempenho agrônômico da cultura da soja sob diferentes manejos e coberturas do solo na região Noroeste do Paraná**. 93 f, 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2006.

MACHADO, J.O.; BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, p. 81-84, 1978.

MAHMOUD, S.S.; CROTEAU, R.B. Strategies for transgenic manipulation of monoterpene biosynthesis in plants. **Plant Science**, v. 7, p. 366-373, 2002.

MAIRESSE, L. A. S. **Avaliação da bioatividade de extratos de espécies vegetais, enquanto excipientes de aleloquímicos**. 2005. 329f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós – Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Coords.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 1-24.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 231-238, 2003.

MEDEIROS, A. R. M.; CASTRO, L. A. S.; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos de algumas leguminosas e gramíneas sobre a flora invasora. Piracicaba: ESALQ. **Anais da ESALQ**, v. 47, n. 1, p. 1-10, 1990.

MENEZES, M.; VON PINHO, E.V.R.; ROVERI, J.C.B.; BALDONI, A.; MENDES, F.F. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1716-1723, 2009.

MORRISON, I.M. A semimicro method for the determination of lignin and its use in predicting the digestibility of forage crops. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 23, p. 455, 1972.

NARWAL, S.S. Allelopathy in ecological sustainable agriculture. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N. e GONZALÉZ, L. (Ed.). **Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications**. The Netherlands: Springer, 2006. p. 537-564.

OLIBONE, D.; CALONEGO, J.C.; PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Crescimento inicial da soja sob efeito de resíduos de sorgo. **Planta Daninha**, v. 4, n. 2, p. 255-261, 2006.

OSORNIO, J. J.; KUMAMOTO, J.; WASSER, C. Allelopathic activity of *Chenopodium ambrosioides* L. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 24, p. 195-205, 1996.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, R. V. Alelopatia. In: OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J. (Ed.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2001. p. 145-187.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; FARIA, T. C. L. Atividade alelopática da leucina sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 61-65, 2001.

RICE, E.L. **Allelopathy**. Orlando: Academic Press, 1984. 353 p.

RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. Exploitation of allelochemicals in improving crop productivity. In: RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. (Ed.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall, 1992, p. 443-472.

RIZZARDI, A. **Potencial de genótipos de Canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) na supressão de plantas daninhas**. 105 f, 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS, 2007.

RODRIGUES, B.N.; PASSINI, T.; FERREIRA, A.G. Research on allelopathy in Brazil. In: NARVAL, S.S. (Ed.). **Allelopathy update**. Enfield, Science Publication, 1999. p. 307-323.

SANTOS, W.D.; FERRARESE, M.L.L.; FINGER, A.; TEIXEIRA, A.C.N.; FERRARESE FILHO, O. Lignification and related enzymes in soybean root growth-inhibition by ferulic acid. **Plant Biology**, v. 30, p. 1199-1208, 2004.

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

SWANSON, B.G.; HUGHES, J.S.; RASMUSSEN, H.P. Seed microstructure: review of water inhibition in legumes. **Food Microstructure**, v.4, p.115-124, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3^a ed. São Paulo: Artmed, 2004. 719 p.

TAVARES, D.Q.; MIRANDA, M.A.C. de; UMINO, C.Y.; DIAS, G.M. Características estruturais do tegumento de sementes permeáveis e impermeáveis de linhagens de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 10, p. 147-153, 1987.

TREZZI, M. M. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de sorgo.** 2002. 127 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

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. 1-10, 2004.

WEIDENHAMER, J.D. Distinguishing allelopathy from resource competition: the role of density. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; GONZALÉZ, L. (Ed.). **Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications.** The Netherlands: Springer, 2006. p. 85-103.