

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

DANIELLE MEDINA ROSA

**SUPRESSÃO DE PLANTAS INVASORAS E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA CULTURA DO MILHO
SOB RESÍDUOS CULTURAIS DE LEGUMINOSAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

CASCAVEL

2009

DANIELLE MEDINA ROSA

**SUPRESSÃO DE PLANTAS INVASORAS E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA CULTURA DO MILHO
SOB RESÍDUOS CULTURAIS DE LEGUMINOSAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

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

Orientadora: Lúcia Helena Pereira Nóbrega

**CASCADEL – PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO - 2009**

Ficha catalográfica

Elaborada pela Biblioteca Central do Campus de Cascavel - Unioeste

R694s Rosa, Danielle Medina
Supressão de plantas invasoras e características agronômicas da cultura do milho sob resíduos culturais e leguminosas em sistema plantio direto / Danielle Medina Rosa — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2009.
78 f. ; 30 cm.

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

1. Cobertura vegetal. 2. Alelopatia. 3. Estilosantes. 4. Mucuna anã. Feijão guandu e anão. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21ed. 631.56

Bibliotecária: Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

DANIELLE MEDINA ROSA

**SUPRESSÃO DE INVASORAS E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA CULTURA DO MILHO SOB
RESÍDUOS CULTURAIS DE LEGUMINOSAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

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

Orientadora: Prof^a. Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Fundo Prof. titular, Dr. Walter Boller
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo

Prof. Dr. Sílvio Cesar Sampaio
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof^a. Dra. Andréa Maria Teixeira Fortes
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UNIOESTE

Cascavel, 13 de fevereiro de 2009.

AGRADECIMENTOS

Àquele que sempre trabalhou acima de meus sonhos e planos, e me dá forças para levantar: Deus. Pelo seu infinito amor e sabedoria.

Aos meus pais, por toda dedicação, paciência, broncas, carinhos:

Àquele que me deu força e coragem para sempre estudar e nunca desistir, acreditou em mim sempre e cuja presença existe dentro de mim e sinto sempre seu apoio.; seus conselhos e seu exemplo ficarão para sempre, meu pai e meu orgulho Vandeli;
À sempre tão preocupada e atenciosa, fortaleza em meio a doçura, que se fez forte na fraqueza e dedicada no que faz, pelo estímulo e conhecimento que não se encontram nos livros, minha mãe Apolônia.

Ao Ilso, meu esposo querido, sem seu esforço este trabalho jamais teria sido feito. Por ter me ensinado a não temer novos desafios. Além do apoio durante este percurso, compreensão, amor, carinho...

À professora Lúcia, pela paciência, dedicação e, principalmente, pela sinceridade da amizade e competência profissional, além do incentivo a continuar e à pesquisa.

Aos amigos Márcia, Gislaine, Samara, Márcia S., Márcia K., Fábio, Michelle e Diego, pelos momentos compartilhados e pela preciosa ajuda e camaradagem nas diversas etapas do trabalho.

Aos membros da banca doutores Walter Boller, Silvio César Sampaio e Andréia Maria Teixeira Fortes, pela atenção e contribuições ao trabalho.

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

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), pela oportunidade, e ao CNPq, pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

Este trabalho não poderia ter sido empreendido sem ajuda dos que me querem bem.

Todos contribuíram para a construção da minha história e deixam saudades. Amo todos vocês...

O tempo não pára. Só a saudade é que faz as coisas pararem no tempo...
Mário Quintana

BIOGRAFIA

Danielle Medina Rosa
Cascavel /PR
Bacharelado em Ciências Biológicas / UNIOESTE- Cascavel - 2006

RESUMO

Supressão de plantas invasoras e características agronômicas da cultura do milho sob resíduos culturais de leguminosas em sistema plantio direto

A utilização de plantas de cobertura em manejo de sistema plantio direto pode agregar uma série de vantagens, entre elas, o controle da população de espécies invasoras. As leguminosas ainda realizam a fixação biológica do nitrogênio, incrementando este nutriente ao solo, além de outras vantagens. Assim, este trabalho testou as leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, sobre a germinação e crescimento de milho e a incidência de espécies invasoras. O experimento foi realizado em campo e laboratório. Em campo, as espécies leguminosas foram semeadas em outubro de 2007, com uma testemunha (pousio), em 20 parcelas de 4x5 m cada, com cinco repetições. Aos 30 e 60 dias após a semeadura das leguminosas, foram levantadas a população de plantas invasoras. Aos 90 dias, as plantas foram roçadas e o milho semeado 15 dias após a roçagem, sobre os resíduos. As avaliações feitas foram de emergência de plântulas e crescimento de plantas, além da incidência de plantas invasoras durante o desenvolvimento da cultura. Em laboratório, após a colheita, foram determinadas a produtividade e qualidade de sementes e realizados testes quanto ao potencial alelopático do extrato aquoso da parte aérea das leguminosas de cobertura nas concentrações de 1; 2,5; 5; 10 e 20% e uma testemunha com água destilada. O extrato foi aplicado sobre sementes das invasoras corda de viola, guanxuma e picão preto,; e milho, com quatro repetições por tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as médias foram comparadas por Scott-Knott a 5% de significância. As plantas de cobertura estudadas apresentaram eficiente controle de plantas invasoras e não interferiram de forma negativa sobre a cultura do milho, sendo alternativa para o manejo integrado de espécies na prática de adubação verde de primavera/verão e rotação de cultura no sistema plantio direto, para a região Oeste do Paraná.

Palavras-chave: cobertura vegetal; alelopatia; estilosantes; mucuna anã; feijão guandu anão.

ABSTRACT

Weeds suppression and agronomic characteristics of corn crop under leguminous residues in no-tillage system

The use of cover crops on no-tillage system can add several advantages, such as controlling the weeds population. The leguminous species also carry out biological nitrogen fixation, increase nutrients to the soil and bring other benefits. Therefore, this research aimed at testing the leguminous, *dwarf mucuna beans*, *dwarf pigeon pea* and *stylosanthes* on seedling, maize development and the weeds incidence. This trial was carried out in both field and laboratory. On field, the leguminous species were sown in October of 2007 plus a control one (fallow) in 20 parcels of 4 x 5 m plots with five replicates each. The weeds population was recorded at 30 and 60 days after sowing of leguminous. At 90 days, they were grazed and the maize, 15 days after grazing, was planted on waste. The emergence and growth of plants were assessed, besides the weeds incidence during culture development. At the laboratory, after harvest, corn yield and seeds quality were determined. As well as the allelopathy tests on leguminous, so the aerial parts were collected and the aqueous extract of leaves was prepared at concentrations of 1, 2.5, 5, 10 and 20 %, while the control was prepared with distilled water. The extract was applied on seeds of weeds (*Ipomoea* L., *Sida rhombifolia* L. and *Bidens pillosa*) and on maize, with four replications per treatment. The experimental design was completely randomized and the means were compared by Scott-Knott at 5% of significance. The studied cover plants showed efficient control of weeds and did not interfere in a negative way on the maize crop. Actually, it is an alternative to the integrated management of species concerning the summer green manure and crop rotation in no-tillage system for the Western region of Paraná.

Key words: cover crops; allelopathy; *stylosanthes*; *dwarf mucuna beans*; *dwarf pigeonpea*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Plantio direto, rotação de culturas e adubação verde	14
2.2 O uso de leguminosas.....	21
2.2.1 Espécies estudadas	23
2.3 Alelopatia	266
2.4 Espécies invasoras	288
2.5 Cultura do milho	311
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	344
3.1 Campo	344
a. Condições climáticas durante o experimento	344
b. Implantação das leguminosas.....	366
c. Desenvolvimento da cultura do milho.....	38
d. Incidência das plantas invasoras.....	39
3.2 Laboratório.....	400
a. Qualidade das sementes	400
b. Obtenção do extrato aquoso das espécies leguminosas e teste de alelopatia ..	411
3.3 Delineamento experimental e análise de dados	422
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	433
4.1 Plantas de cobertura vegetal.....	433
4.2 Cultura do milho.....	533
4.3 Crescimento do milho	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	655
6 CONCLUSÕES.....	667
7 REFERÊNCIAS	68

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Teores de nutrientes determinados na análise química do solo antes da implantação das espécies leguminosas usadas como cobertura vegetal.....34
- Tabela 2** Incidência de espécies invasoras (plantas m²) e porcentagem de redução dos tratamentos em relação à testemunha durante o desenvolvimento das espécies leguminosas em avaliações 30 e 60 dias após a semeadura destas plantas. Braganey (PR), 2007/2008.....43
- Tabela 3** Valores médios de massa fresca (MF) e seca (MS), percentual de diferença da quantidade de massa dos tratamentos em relação à testemunha e relação massa fresca/massa seca (MF/MS) da parte aérea das plantas dos tratamentos mucuna anã (*Mucuna deeringiana* – Sin. *Stizolobium deeringianum*), feijão guandu anão (*Cajanus cajan*) e estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *macrocephala*) e das plantas espontâneas na testemunha (pousio). Braganey (PR), 2007/2008.....45
- Tabela 4** Características físico/químicas do extrato aquoso da parte aérea de mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes. Braganey (PR), 2007/2008.....49
- Tabela 5** Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de germinação de sementes de milho (*Zea mays*), corda de viola (*Ipomoea grandifolia* dammer), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) e picão preto (*Bidens pilosa*) submetidas à aplicação de extratos aquosos da parte aérea das leguminosas mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), feijão guandu anão (*Cajanus cajan*) e estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *macrocephala*) nas concentrações 0; 1; 2,5; 5; 10 e 20%. Cascavel (PR), 2007/2008.....51
- Tabela 6** Porcentagem de germinação de sementes de milho, picão preto, corda de viola e guanxuma submetidas aos extratos de mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes nas concentrações de 0; 1; 2,5; 5; 10 e 20%. Cascavel (PR), 2007/2008.....51
- Tabela 7** Incidência de espécies invasoras (plantas m²) e porcentagem de redução dos tratamentos em relação à testemunha durante o desenvolvimento da cultura do milho em avaliações após 30 e 60 dias de semeadura. Braganey (PR), 2007/2008.....53
- Tabela 8** Incidência de espécies invasoras (plantas m²) por ocasião da colheita da cultura do milho semeado sob resíduos culturais de espécies leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008.....54

Tabela 9	Valores médios para velocidade de emergência (VE), porcentagem de emergência (EM %) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho sob tratamentos com cobertura de plantas leguminosas e testemunha. Braganey (PR), 2007/2008.....	57
Tabela 10	Estatura média (cm) das plantas de milho semeado sobre os resíduos culturais das leguminosas, referente a avaliações aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura. Braganey (PR), 2007/2008.....	59
Tabela 11	Porcentagem de germinação (%), teste frio (%), massa de 100 sementes (g) e teor de água (%) de sementes de milho colhidas, submetida aos tratamentos de cobertura vegetal com leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008.....	61
Tabela 12	Produtividade de milho e porcentagem relativa entre os tratamentos com resíduos de leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008.....	61

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Precipitação média (mm) na região do município de Braganey-PR, no período de jun/2007 a jun/2008 (SIMEPAR).....35
- Figura 2** Temperatura máxima e mínima (° C) na região do município de Braganey- PR, no período de jun/2007 a jun/2008 (SIMEPAR).....35
- Figura 3** Umidade relativa (%) na região do município de Braganey-PR, no período de jun/2007 a jun/2008 (SIMEPAR).....36
- Figura 4** Esquema amostral realizado em campo para aleatorização dos tratamentos com as leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, além da testemunha. (T1 – testemunha; T2 – mucuna anã; T3 - feijão guandu anão; e T4 – estilosantes).....37
- Figura 5** Incidência das plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE), picão preto (PP), corda de viola (CV) e guanxuma (G) durante o desenvolvimento das espécies leguminosas contabilizadas aos 30 e 60 dias após a semeadura. Braganey (PR), 2007/2008.....44
- Figura 6** Massa fresca e seca (kg ha⁻¹) da parte aérea das plantas coletadas nos tratamentos mucuna anã, feijão guandu anão, estilosantes e testemunha aos 90 dias após a semeadura. Braganey (PR), 2007/2008.....48
- Figura 7** Incidência das plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE), picão preto (PP), corda de viola (CV) e guanxuma (G) durante o desenvolvimento da cultura do milho, submetido a tratamentos com cobertura vegetal, contabilizadas 30 e 60 dias após a semeadura e por ocasião da colheita. Braganey (PR), 2007/2008.....54
- Figura 8** Velocidade de emergência de plântulas de milho cultivadas sobre resíduos dos tratamentos testemunha, mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes. Braganey (PR), 2007/2008.....58
- Figura 9** Porcentagem de emergência de plântulas de milho cultivadas sobre resíduos das plantas de cobertura mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes e testemunha. Braganey (PR), 2007/2008.....58
- Figura 10** Índice de velocidade de emergência de plântulas de milho sobre resíduos das plantas de cobertura mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, e testemunha. Braganey (PR), 2007/2008.....59

Figura 11	Estatura média (cm) das plantas de milho semeado sobre os resíduos culturais das leguminosas, referente a avaliações aos 30, 60 e 90 dias de desenvolvimento. Braganey (PR), 2007/2008.....	60
Figura 12	Produtividade de milho cultivado sob resíduos de leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008.....	62

1 INTRODUÇÃO

No cenário em qual se encontra o sistema agrícola, rentabilidade e produtividade estão associadas ao respeito com o ambiente, através de técnicas que tragam benefício mútuo. O prejuízo ambiental causado pelos defensivos químicos tornou necessária a busca por opções que aumentem o rendimento da agricultura sem prejudicar a ecologia (ALMEIDA, 1990).

Com esse intuito, o plantio direto, associado à prática de rotação de culturas com capacidade de produção de resíduos, tem sido estudado. No Estado do Paraná, o plantio direto está difundido, porém, as práticas adequadas foram abandonadas ao longo dos anos, e falta disciplina no campo para executar o conjunto de técnicas recomendadas, principalmente a rotação de culturas, prejudicando o sistema como um todo.

Práticas como a adição de plantas de cobertura ao sistema plantio direto trazem uma série de benefícios, que auxiliam na manutenção ou melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. Além do controle de espécies invasoras, doenças, pragas e incremento de nutrientes para a cultura em sucessão.

As leguminosas são inseridas neste sistema, principalmente, porque possuem os resíduos de melhor qualidade, o que se deve ao fato dessas plantas fixarem nitrogênio do ar e disponibilizarem parte deste à cultura subsequente.

As leguminosas e outras espécies usadas como cobertura vegetal podem ter como efeito a liberação e adição de substâncias químicas ao sistema. Essas substâncias, conhecidas por aleloquímicos, podem causar efeito benéfico ou prejudicial sobre outras espécies. Esse fenômeno é conhecido por alelopatia (RICE, 1984) e é importante ser observado quando se insere uma cobertura vegetal, sendo esse efeito espécie-específico e podendo inibir tanto plantas invasoras como as cultivadas. A investigação de plantas com atividade alelopática representa uma alternativa à utilização intensiva de agrotóxicos em culturas, diminuindo a poluição ambiental.

No entanto, as interações entre plantas de cobertura e culturas, principalmente quando se trata do controle de plantas invasoras, tanto por efeitos alelopáticos como efeitos físicos da cobertura, são pouco estudados. Esse conhecimento pode auxiliar no planejamento adequado da rotação de culturas.

A adubação verde é fonte renovável de adubação, o que torna o sistema agrícola sustentável. Neste contexto, a investigação de espécies leguminosas representa uma alternativa à utilização intensiva de fertilizantes químicos. A prática do plantio direto, que é o sistema agrícola mais próximo da sustentabilidade, é baseada no uso de plantas de cobertura e adubação verde.

Devido ao fato do milho ser uma gramínea altamente exigente em nitrogênio que responde positivamente na presença deste nutriente, apresenta potencial para ser incluída

em rotações que contemplem o cultivo de leguminosas, o que pode trazer reflexos positivos ao seu rendimento.

O presente estudo visa analisar as plantas leguminosas de cobertura mucuna anã [*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr], estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *macrocephala*) e feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L.), utilizadas como cobertura vegetal, sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays*) e das espécies invasoras, com vistas à validação de alternativas que possam contribuir para a sustentabilidade do agroecossistema e permitam a adoção racional da adubação verde em unidades de produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Plantio direto, rotação de culturas e adubação verde

A agricultura vem sofrendo mudanças bruscas e o produtor procura acompanhar as tendências e evoluções nos campos tecnológico e econômico (KARAN *et al.*, 2008) com renovações de conceitos cada vez mais sustentáveis, melhorando a produtividade e promovendo o desempenho ambiental.

A agricultura moderna não é baseada somente em termos de produtividade e rentabilidade, mas considera também o ambiente. Para que estes objetivos sejam alcançados, é necessário um manejo adequado, que gere sustentabilidade agrícola (MESCHÉDE, 2006).

O solo precisa ser entendido como organismo vivo e dinâmico para um manejo adequado. Conforme PAULUS, MÜLLER & BARCELLOS (2000), “é da vida que existe dentro do solo que depende toda a vida que existe sobre o solo”: o solo é a base da produção, tanto vegetal quanto animal. Os autores ainda ressaltam que a principal fonte de energia para estes organismos é a matéria orgânica, a qual contribui para a diversificação dessas espécies, proporcionando uma relação mais equilibrada entre as populações. Na agricultura, o solo é fator fundamental e sua preservação reflete diretamente na produção. É importante destacar que a matéria orgânica possui poder tamponante e promove a estabilização do pH do solo (KERBAUY, 2008).

Ainda, manter a superfície do solo coberta por materiais vegetais de forma permanente, em fase vegetativa ou como resíduos é, efetivamente, o manejo mais recomendado para proteção e conservação do solo (ALVARENGA, *et al.*, 1995) e para isso é necessário um sistema de manejo adequado do solo. A principal técnica relacionada à sustentabilidade, que mantém a fertilidade e vida do solo, é o plantio direto (MESCHÉDE, 2006), que tem como requisito a adequada cobertura do solo (MENEZES; LEANDRO, 2004). Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi a introdução do sistema plantio direto (LOPES *et al.*, 2009).

Conforme MUZILLI (2006), o manejo do solo sob sistema plantio direto implica na interação de práticas biológico-culturais com práticas mecânico-químicas, pressupondo alguns requisitos como: a) condicionamento e adequação prévia do terreno para superar problemas de natureza física (compactação) ou química (correção da acidez e fertilidade) antes da implantação do sistema; b) revolvimento mínimo do solo, apenas nos sulcos ou covas de semeadura; c) uso diversificado da terra pela rotação de culturas comerciais com plantas de cobertura ou pela integração lavoura-pecuária para formar e manter cobertura vegetal sobre a superfície; e d) adoção de métodos integrados para controle de plantas invasoras, pragas e doenças, em que o efeito supressivo provocado pelos restos vegetais

mantidos em superfície e pela diversificação de culturas irá complementar ou até mesmo substituir processos de controle químico.

A monocultura, ou mesmo sucessões de cultivos de trigo e soja, ou soja e milho safrinha, promovem, ao longo do tempo, alterações negativas no processo produtivo, que contribuirão para a diminuição da produtividade, por causar desequilíbrios no sistema agrícola (EMBRAPA, 2007d). A prática de rotação de culturas, substituindo a sucessão soja-trigo, pode ser importante no controle de pragas, doenças e plantas invasoras, assim também como forma de manejo da fertilidade do solo, pela capacidade de reciclar os nutrientes minerais da camada arável e os que tenham percolado para horizontes abaixo dela (BORKERT *et al.*, 2003).

A mudança do sistema convencional para o sistema de semeadura direta tem desencadeado mudanças nas propriedades do solo, principalmente quanto à disponibilidade de nutrientes e estruturação para o cultivo. Em sistema de semeadura direta tem-se observado o acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais do solo, pelo não revolvimento do solo e pela deposição de resíduos das culturas na superfície (PAVINATO; ROSOLEM, 2008). Os mesmos autores relataram que os ácidos orgânicos provenientes de plantas podem interagir com a fase sólida e ocupar os sítios de absorção de nutrientes, competindo diretamente com eles e aumentando a disponibilidade de nutrientes no solo.

De acordo com CHRISTOFFOLETI *et al.* (2007), o sistema de plantio direto é baseado em cobrir a superfície do solo com resíduos de plantas com o mínimo de distúrbio nas camadas superficiais do solo. Dentro deste contexto, um sistema de plantio direto com qualidade exige planejamento da sucessão de culturas no tempo e no espaço (MEDEIROS; CALEGARI, 2006), ou seja, uma adequada rotação de culturas, em que as plantas utilizadas formem um ciclo que garanta melhoria ao sistema, sem prejudicar a cultura principal (PAULUS; MÜLLER; BARCELLOS, 2000), sendo que cobertura vegetal e rotação de culturas são premissas necessárias para o plantio direto. A utilização de diferentes espécies é de fundamental importância para o sucesso da exploração agrícola (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

A prática do plantio direto é baseada no uso de plantas de cobertura e adubação verde. Conforme ELLIOTT *et al.* (1978), citados por CALEGARI *et al.* (1992), o efeito alelopático de substâncias fitotóxicas existentes nos resíduos e/ou produzidos durante a decomposição de adubos verdes é um fator a ser considerado no uso dessa prática.

O uso de plantas de cobertura do solo tem sido uma estratégia capaz de aumentar a sustentabilidade dos agroecossistemas, trazendo benefícios para as culturas de interesse econômico, para o solo e para o ambiente, mostrando-se uma alternativa economicamente viável e ecologicamente sustentável (GAMA-RODRIGUÊS, 2007).

A adição de resíduos vegetais pode promover a elevação do pH, por promover complexação de H e Al, deixando Ca, Mg e K mais livres em solução e pode não ocasionar

aumento na saturação da CTC por estes cátions de reação básica. Também pode aumentar a disponibilidade de P no solo com a adição de resíduos vegetais, que no solo encontra-se em concentrações muito baixas na solução, sendo limitante para o crescimento e desenvolvimento de culturas comerciais (PAVINATO; ROSOLEM, 2008). Esta relação pode ser melhor vista no trabalho de PAVINATO e ROSOLEM (2008).

TEJADA *et al.* (2008a) estudaram os efeitos de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e colza (*Brassica napus* L.) e de combinações dessas plantas sobre as propriedades do solo, buscando sua restauração por meio do uso de compostos de resíduos de plantas. Concluíram que todos os resíduos de plantas exercem efeitos positivos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

A cobertura do solo evita a ação nociva do impacto das gotas da chuva, propicia controle de plantas invasoras, aquisição uniforme de matéria orgânica pelo solo, conserva a umidade e ameniza variações bruscas de temperatura, culminando com maior produtividade, já que proporciona melhores condições para o desenvolvimento vegetal (MENEZES; LEANDRO, 2004; EMBRAPA, 2007; FIDELIS *et al.*, 2003). Esta aquisição uniforme ocorre porque a manutenção dos resíduos de plantas na superfície dificulta a ação microbiana em virtude do menor contato com o solo, resultando numa decomposição mais lenta (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

OLIVEIRA *et al.* (2005) estudaram as flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal, verificaram no tratamento sem cobertura maior amplitude de variação da temperatura ambiente acima da superfície do solo, registrando menores valores de umidade e maiores temperatura do solo.

As plantas de cobertura permitem elaborar um esquema de rotação de culturas, o qual consiste em se alternar, em um mesmo local, culturas em uma sequência regular e lógica. Assim, compreende a distribuição sistemática das culturas a serem implantadas a cada ano, conforme os objetivos a que se destina (SOUZA; PIRES, 2002). Os mesmos autores ainda afirmaram que o programa de rotação de culturas deve ser elaborado técnica e economicamente, possibilitando a intercalação de culturas comerciais e não-comerciais e a produção de resíduos vegetais para cobertura morta do solo.

A prática de rotação de culturas pode ser importante no controle de pragas, doenças e invasoras, assim como a forma de manejo da fertilidade do solo, pela capacidade de reciclar nutrientes minerais da camada arável e os que tenham percolado para horizontes abaixo dela (BORKERT *et al.*, 2003). O controle de plantas invasoras é um dos principais benefícios da rotação de culturas, isso porque, certas espécies ocorrem e se desenvolvem melhor em determinados cultivos do que em outros, devido, principalmente, às diferenças de tratamentos culturais e ciclos de vegetação (SOUZA; PIRES, 2002).

A rotação de culturas pode ser uma prática agrícola eficiente no controle de plantas invasoras, devido à mudança da pressão de seleção, com alteração dos padrões de

distúrbios. A sequência de cultivos reduz o tamanho do banco de sementes, propiciando diferentes modelos de competição, alelopatia e distúrbios no solo (SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001b).

Existe a necessidade de estabelecimento de novos paradigmas de controle de plantas invasoras, que sejam ao mesmo tempo eficientes no controle dessas plantas, resguardecem os interesses da sociedade e não contaminem os recursos naturais (SOUZA FILHO *et al.*, 2005). A cobertura vegetal reduz significativamente a intensidade de infestação de áreas por plantas invasoras e modifica a composição da população infestante (ALMEIDA; RODRIGUES, 1985).

A rotação de culturas pode ser entre espécies cultivadas ou com o uso de plantas de cobertura ou adubos verdes. A utilização de adubos verdes é uma alternativa para reduzir o uso de fertilizantes minerais que é considerada uma boa prática na agricultura (TEJADA *et al.*, 2008a).

Ao introduzir a biodiversidade com a rotação de culturas, viabiliza-se a semeadura direta com equilíbrio das relações de manutenção da produtividade do solo. Em rotação de culturas, quanto maior a diversificação de espécies maior será a quantidade de nutrientes reciclados por essas espécies e disponibilizados para a atividade produtiva econômica (BORKERT *et al.*, 2003).

Dentro da premissa de manter o solo permanentemente coberto, figuram como prioridade, as plantas protetoras e melhoradoras do solo, que funcionam também como adubos verdes, o que ocorre pela deposição sobre o solo de plantas não maduras, cultivadas exclusiva ou parcialmente para esta finalidade (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Segundo SOUZA & PIRES (2002) a adubação verde consiste em semear uma espécie vegetal, que após alcançar seu pleno desenvolvimento vegetativo, será cortada ou acamada, sendo a massa deixada sobre a superfície ou incorporada ao solo, com finalidade de manter ou aumentar seu conteúdo de matéria orgânica. Os autores também destacaram que a matéria orgânica melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo o crescimento e consequente rendimento das culturas em sucessão. MALAVOLTA *et al.* (2002) afirmam que a finalidade dos adubos verdes é enriquecer o solo com húmus e elementos fertilizantes, principalmente o nitrogênio.

Quando se utilizam plantas que expandem o sistema radicular para horizontes profundos do solo, como os adubos verdes, elas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e, após o corte dessas plantas, ocorre então a liberação gradual dos nutrientes para a camada superficial através da decomposição dos resíduos, tornando-os disponíveis para culturas subsequentes (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997; FIDELIS *et al.*, 2003).

A utilização de adubação verde como prática em rotação de culturas tem sido evidenciada nos últimos anos, visto que o acúmulo de matéria orgânica em solos agrícolas

constitui-se numa importante estratégia para a melhoria da qualidade do solo e do ambiente (BAYER *et al.*, 2003). A matéria orgânica também é fonte de nutrientes para as culturas, especialmente nitrogênio, fósforo, enxofre e micronutrientes e tem a capacidade de imobilizar micronutrientes e alguns elementos que causam toxicidade nas plantas, como o alumínio (PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000).

Práticas de manejo e conservação, como o emprego de plantas de cobertura, são relevantes para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos. A aplicação de resíduos de plantas no solo é considerada boa prática de manejo por estimular a atividade microbiana no solo, possibilitando a mineralização dos nutrientes (TEJADA *et al.*, 2008a), já que seus resíduos servem como fonte de energia e nutrientes (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997). O impacto de práticas agrícolas sobre os atributos biológicos do solo apresenta forte relação com a produção e decomposição dos restos culturais (SILVA *et al.*, 2007).

Além disso, a manutenção da cobertura vegetal permite reduzir as oscilações térmicas e de umidade e aumenta a infiltração e armazenamento de água no solo, criando condições que favorecem o desenvolvimento dos organismos do solo (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997; SALTON, *et al.*, 1998).

Para que o adubo verde seja utilizado eficientemente, via rotação de culturas, e avaliado quanto a sua economicidade, é necessário conhecer seu efeito residual sobre a cultura comercial (SOUZA; PIRES, 2002).

A espécie cultivada para cobertura do solo deve ser compatível com as exigências do sistema agrícola. De acordo com MESCHÉDE (2006), o uso adequado de coberturas pode proporcionar o controle de plantas invasoras por alelopatia, alteração do regime térmico, de luz e barreira física de emergência e, além disso, aumentar a retenção da água da chuva, a umidade do solo, o teor de matéria orgânica, a atividade microbiana, a predação e a superação de dormência de sementes.

Essa prática torna possível recuperar a fertilidade do solo, propiciando, além do aumento do teor de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions e da disponibilidade de macro e micronutrientes; formação e estabilização de agregados; melhoria da infiltração de água e aeração; diminuição diuturna da amplitude de variação térmica; controle dos nematóides e, no caso das leguminosas, incorporação ao solo de nitrogênio (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997). Ainda protegem o solo contra a erosão e colaboram para a diminuição da acidez e melhoria da eficiência na absorção de adubos minerais, entre outros (AMBROSANO *et al.*, 2005). A adubação verde permite ainda o aporte de quantidades expressivas de fitomassa, possibilitando elevação no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997).

Na escolha das plantas de cobertura é importante considerar as vantagens que podem promover (MEDEIROS; CALEGARI, 2006). Devem ser considerados os fatores

climáticos, o solo, o sistema agrícola adotado e a finalidade desta adubação. São adubos verdes em potencial as espécies que apresentarem bom crescimento vegetativo, com material rico em nutrientes, sistema radicular profundo e capacidade de associar-se a fungos micorrízicos e/ou bactérias diazotróficas (SILVA, 2006). Ainda, no sistema plantio direto, além da quantidade de palha, já se avalia também a qualidade da palha, ou seja, sua capacidade em permanecer protegendo o solo e suprindo de nutrientes a cultura em sucessão (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

A técnica de adubação verde tende a ser contemplada em um sistema de produção, em que a sequência das culturas deve ser cuidadosamente determinada, de forma planejada a curto, médio e longo prazo, levando em consideração a economicidade, a época de semeadura e os problemas fitossanitários e de plantas invasoras (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). De acordo com CARVALHO *et al*, (2004), a adubação verde é uma prática em que se procura preservar a qualidade do ambiente sem prescindir de produtividades elevadas das culturas e do retorno econômico.

Segundo MEDEIROS & CALEGARI (2006), as plantas de cobertura permitem, além da melhoria e/ou conservação do solo e matéria orgânica, viabilidade econômica, pois aumentam o rendimento das culturas subsequentes, quando inseridas em um sistema de rotação de cultivos adequado.

Além disso, algumas plantas de cobertura também são conhecidas como recuperadoras do solo. As plantas de inverno recuperadoras são utilizadas antes da semeadura dos cultivos de verão, enquanto as de verão, que são muito rústicas, são recomendadas para a recuperação de áreas degradadas, pobres, com baixos teores de matéria orgânica (PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000).

De acordo com ALMEIDA (1988), em campos com baixa infestação por invasoras, a escolha adequada das culturas que vão formar a cobertura morta permite conduzir a lavoura sem o uso de herbicidas, contribuindo, dessa forma, para a manutenção de um agroecossistema sustentável. TREZZI & VIDAL (2004) afirmam que a capacidade de supressão de plantas invasoras por culturas de cobertura é bastante conhecida e explorada, embora seja pouco pesquisada a importância relativa dos efeitos físicos e alelopáticos sobre esse fenômeno.

CORREIA, DURIGAN & KLINK (2006) estudaram o efeito das coberturas de sorgo, milheto forrageiro, capim pé de galinha e braquiária para formação de palha na emergência de plantas invasoras. A composição específica e as densidades populacionais das comunidades infestantes foram influenciadas pelos sistemas de produção de cobertura morta. A emergência das plantas invasoras foi menor nas coberturas de sorgo e braquiária e nos maiores níveis de palha.

Segundo PENTEADO (2007), coberturas mortas com braquiárias, sorgo e milheto têm sido citadas e recomendadas, pois apresentam efeito alelopático sobre muitas plantas

invasoras. O mesmo autor afirmou que o melhor efeito de supressão de plantas espontâneas é obtido após cortar e deixar as plantas em cobertura, com rolo-faca ou roçadora costal, fazendo em seguida a semeadura do cultivo anual.

Plantas leguminosas e não leguminosas são usadas como adubos verdes (TEJADA *et al.*, 2008). As espécies mais utilizadas são as pertencentes à família das gramíneas (*Poaceae*) e das leguminosas (*Fabaceae*). As gramíneas são as que produzem resíduos com maior permanência, quando o objetivo é a manutenção da cobertura do solo; contudo, são das leguminosas os resíduos de maior qualidade e com os melhores resultados, usadas quando o objetivo é a incorporação de resíduos no solo (AMBROSANO *et al.*, 2005; MENEZES; LEANDRO, 2004), mesmo apresentando efeitos físicos menos prolongados (CALEGARI *et al.*, 1992).

De acordo com CALEGARI *et al.* (1992), a adubação verde de primavera/verão é a modalidade mais antiga e tradicional de adubação verde (geralmente leguminosa), no período de outubro a janeiro, apresentando vigoroso crescimento no verão. Os mesmos autores destacaram que as principais vantagens desse tipo de adubação são a elevada produção de massa verde, grande aporte de nitrogênio e proteção do solo durante o período das chuvas de alta intensidade no sul do Brasil. A principal desvantagem é a ocupação da área durante o período em que são cultivadas culturas econômicas, mas a rotação de culturas com a divisão da área em glebas pode ser alternativa viável.

PERIN *et al.* (2004), estudando produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio dos adubos verdes crotalária e milheto, em cultivo isolado e consorciado, concluíram que a presença da leguminosa (isolada ou consorciada) aumentou a quantidade de nitrogênio incorporada ao sistema.

Sistemas de manejo que incluem sucessões de culturas com alta capacidade de produção de resíduos possibilitam aumento da área cultivada no sistema plantio direto, com incremento do nitrogênio e do carbono orgânico no solo (PASQUALETTO; COSTA, 2001).

Apesar da importância que a adubação verde pode representar nas unidades de produção familiar, frequentemente, não se adota esta prática pela limitação da área física, em função da exploração intensiva das áreas, o que restringe o uso desta (MOREIRA *et al.*, 2003). Destaca-se, então, a necessidade do desenvolvimento de técnicas agrícolas mais conservacionistas e sustentáveis para a otimização da produção em pequenas propriedades, viabilizando a permanência do homem no campo (EMBRAPA, 2007 c).

MALAVOLTA *et al.* (2002) afirmaram que se escolhe para adubação verde uma leguminosa por esta incrementar nitrogênio ao meio, por retirar elementos fertilizantes das camadas inferiores do solo e trazê-los à superfície e por incorporarem elementos solúveis que, se não fosse por essa utilização, seriam perdidos.

No Estado do Paraná o plantio direto está difundido, porém, as práticas adequadas foram abandonadas ao longo dos anos. Segundo a COOPAVEL (2009), o Governo do

Paraná pretende retomar políticas públicas para trabalhar a técnica do plantio direto com mais qualidade. A Secretaria de Agricultura e Abastecimento afirma que o sistema se expandiu, mas falta disciplina no campo para executar o conjunto de técnicas recomendadas. O que se percebe é uma visão imediatista, principalmente em relação à rotação de culturas com visão a curto prazo pela situação atual do mercado, prejudicando o sistema como um todo (COOPAVEL, 2009).

O uso de espécies leguminosas como plantas de cobertura e adubação verde, também promove a fixação biológica do nitrogênio, tornando mais eficiente a prática de rotação de culturas.

2.2 O uso de leguminosas

A melhor eficiência na utilização de leguminosas como cobertura vegetal deve-se ao fato destas, em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, fixarem nitrogênio do ar em quantidade suficiente para satisfazer suas necessidades e gerar excedentes para a cultura sucessora. Além disso, possuem relações simbióticas mutualísticas com fungos, originando as micorrizas, que proporcionam aumento na área explorada pelas raízes, colaborando para o desenvolvimento de plantas mais resistentes à seca, maior capacidade de nutrição, principalmente de fósforo, nitrogênio e outros elementos essenciais (AMBROSANO *et al.*, 2005).

Possuem relação carbono/nitrogênio baixa, favorável à decomposição (BAYER; MIELNICZUK; PAVINATO, 1998). Resíduos com baixa relação C/N (em torno de 10) resultam em incremento na produção de húmus e na adição contínua de resíduos, além da disponibilidade de nitrogênio para culturas posteriores (CALEGARI *et al.*, 1992).

O uso de adubos verdes capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio de forma eficiente pode contribuir para a viabilidade econômica e sustentabilidade dos sistemas de produção (PERIN *et al.*, 2004) porque fixam o nitrogênio, que é o adubo mais caro e este é aproveitado pela cultura subsequente (SOUZA; PIRES, 2002). Isso acontece à medida em que a fertilidade do solo é preservada e incrementada e há diminuição no uso de fertilizantes. BORKERT *et al.* (2003), em estudos sobre nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo, verificaram que as leguminosas ervilhaca ($46,2 \text{ kg ha}^{-1}$), mucuna-preta ($66 \text{ a } 280 \text{ kg ha}^{-1}$), tremoço ($30 \text{ a } 34 \text{ kg ha}^{-1}$) e quandu ($43 \text{ a } 280 \text{ kg ha}^{-1}$) reciclam grande quantidade de N, além de outros elementos químicos. Os autores ainda afirmam que diante das diferenças na quantidade de elementos químicos adicionados ao solo por intermédio das diversas espécies de cobertura do solo, é possível inferir que essas espécies podem ser utilizadas para evitar o esgotamento deste, repondo os nutrientes essenciais extraídos pelas culturas comerciais no processo produtivo.

A capacidade de realizar a fixação biológica do nitrogênio permite à planta suprir sua demanda por nitrogênio em solos com deficiência desse nutriente, favorecendo seu crescimento e a formação de matéria orgânica no solo (EMBRAPA, 2007c).

Também é importante considerar o sistema radicular das leguminosas, que alcança grandes profundidades, com capacidade de explorar maior volume do solo e com isso proporcionar maior reciclagem e distribuição de nutrientes (AMBROSANO *et al.*, 2005). Os mesmos autores ressaltaram que, possuindo raízes profundas, depois de sua decomposição, as leguminosas criam galerias e macroporos onde microorganismos podem se desenvolver. A época de corte das leguminosas também influencia a decomposição dos resíduos adicionados ao solo. Recomenda-se fazer o corte por ocasião da floração, isso porque essas plantas apresentam a máxima acumulação de nitrogênio nos tecidos, quando o objetivo é fornecer nutrientes para outras culturas (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997).

Além disso, as leguminosas comportam-se como más hospedeiras de nematóides. De acordo com MASCARENHAS *et al.* (1984), citado por AMBROSANO *et al.* (2005), a explicação para essa característica é classificada sob dois aspectos: pela ação direta na inadequada hospedagem de algumas espécies e pelo maior equilíbrio microbiológico que as leguminosas conferem ao solo por ocasião da distribuição da fitomassa.

FAVERO *et al.* (2001) estudaram o comportamento de adubos verdes e espécies espontâneas, assim como as interações entre suas populações e constataram que quando as leguminosas foram deixadas junto com as espontâneas houve maior acúmulo de biomassa e maiores conteúdos de nitrogênio e cálcio do que apenas com espontâneas.

Também CERETA *et al.* (1994) avaliaram, em experimento de campo em Santa Maria (RS), o fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera, para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional e verificaram que as leguminosas disponibilizaram nitrogênio na fase de demanda desse nutriente pelo milho.

Ainda, é importante considerar o custo da utilização de fertilizantes químicos pelo produtor. De acordo com a ANDA (2009), para produção do milho, o agricultor investiu, em 2007, 37,9 sacas de milho para adquirir uma tonelada de fertilizante. E a previsão para 2008 é de 51,5 sacas de milho para adquirir uma tonelada de fertilizante. Em 2008 foram entregues ao produtor em torno de 22.429.232 t de fertilizantes no total (ANDA, 2009). Esses dados ressaltam o alto custo de produção do milho por parte do produtor, destacando a importância da adubação verde no sistema de manejo.

De acordo com MASCARENHAS *et al.* (1983), citados por HEINRICHS *et al.* (2005), a produção industrial de 50 kg de nitrogênio mineral exige consumo de energia equivalente a 80 L de gasolina e sabe-se que as leguminosas, em sua maioria, fixam quantidades superiores a 50 kg de N.

De acordo com MALAVOLTA *et al.* (2002), existem casos em que o adubo verde fixou de 150 a 160 kg de nitrogênio por hectare e, levando em consideração apenas a parte aérea, foram fixados cerca de 330 kg por hectare.

As leguminosas permitem, ainda, aproveitamento do fertilizante aplicado. De acordo com MURAOKA *et al.* (2002), que estudaram as leguminosas mucuna e crotalaria, os adubos verdes proporcionaram maior uso do nitrogênio aplicado, permitindo eficiência de 79%.

Segundo CARVALHO *et al.* (2002), algumas leguminosas, por serem usadas como adubo verde, tem sido objeto de estudo no que diz respeito ao controle alelopático de plantas invasoras, podendo se tornar importantes fatores de manejo.

RESENDE *et al.* (2000) afirmam que para que a adubação verde com plantas leguminosas possa ser aplicada em escala crescente nos próximos anos, necessita-se de mais experimentação e, assim, o aparecimento e a demanda crescente por produtos de origem orgânica vêm a contribuir para o desenvolvimento de pesquisas num futuro próximo, e, possivelmente, fazer uso da adubação verde em larga escala.

GARCIA (2002) avaliou a fenologia e as produtividades de fitomassa e de sementes de 12 espécies de leguminosas, durante o período de um ano, na área experimental da EMBRAPA Meio-Norte, em Parnaíba, PI, Brasil. As espécies que mais produziram massa seca, aos 100 dias da semeadura, foram o guandu, o labe-labe, o feijão-de-porco e a mucuna-cinza. As menos produtivas foram a mucuna-anã, a tefrósia e a leucena.

ESPÍNDOLA *et al.* (1997) afirmam que crotalárias, mucunas e o guandu são algumas das espécies de adubos verdes que apresentam melhores efeitos no controle de nematóides, possivelmente por liberarem substâncias aleloquímicas ou por contribuírem com o equilíbrio da fauna no solo.

CARVALHO, FONTANÉTTI & CANÇADO (2002) estudaram o potencial alelopático de duas leguminosas, feijão-de-porco e mucuna-preta, no controle da tiririca. O experimento foi realizado com extrato aquoso das plantas, em condições de vaso. Os autores concluíram que o extrato aquoso da mucuna-preta reduziu a quantidade de massa verde e matéria seca da parte aérea, da raiz e o índice de velocidade de emergência, além de estabilizar o número de tubérculos da tiririca, caracterizando possível efeito alelopático. Já o extrato aquoso do feijão-de-porco estimulou o crescimento da parte aérea da tiririca e aumentou o índice de velocidade de emergência, caracterizando possível efeito alelopático, porém, benéfico para a tiririca. Estas informações comprovam que o efeito alelopático é espécie-específico (RICE, 1979).

2.2.1 Espécies estudadas

As espécies leguminosas estudadas neste trabalho foram mucuna anã [*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr], o feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L.) e o estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*).

É uma leguminosa anual, herbácea, com hábito de crescimento determinado. Desenvolve-se em solos arenosos e argilosos e suporta solos relativamente pobres em fertilidade. A mucuna anã possui quantidade de biomassa inferior à mucuna cinza e preta, porém, pode ser usada intercalada com outras culturas, pois não permite que seus ramos subam na cultura principal (CALEGARI, 1995).

A mucuna anã é considerada adubo verde de verão, porém, apresenta melhor desenvolvimento quando cultivada na primavera/verão. Aproximadamente aos 80 dias após a semeadura, as plantas atingem o início da frutificação, período em que a fitomassa pode ser incorporada ao solo. Produz de 4 a 6 t ha⁻¹ de massa seca (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, 2006). De acordo com FANCELLI & DOURADO NETO (2000), a mucuna anã tem potencialidade de fixar de 76 a 282 kg ha⁻¹ de nitrogênio ao solo.

Também ERASMO *et al.* (2004) estudaram oito espécies utilizadas como adubos verdes e verificaram que as espécies *Crotalaria spectabilis*, *Sorghum bicolor*, *Crotalaria ochroleuca*, *Mucuna aterrima* e *Mucuna pruriens* reduziram significativamente o número e massa seca da população das plantas invasoras avaliadas, principalmente as duas últimas que são espécies de mucunas. Os autores afirmaram que o potencial da mucuna é reconhecido devido à sua agressividade como barreira física e ao seu efeito alelopático.

Segundo ORTIZ-CEBALLOS *et al.* (2007), agricultores mexicanos e centro-americanos utilizam a cobertura vegetal da leguminosa *Mucuna pruriens* (mucuna-preta) para reduzir o crescimento de plantas invasoras, melhorar a fertilidade do solo, e reduzir o uso de irrigação e herbicidas em plantio direto. Os autores afirmam também que este sistema de cultivo pode manter populações de minhocas nativas.

O feijão guandu anão possui sistema radicular muito vigoroso e desenvolvido, o que lhe garante boa resistência à seca e boa adaptação a todo tipo de solo, com exceção aos de umidade excessiva. Possui mais de 20% de proteína bruta, produz até 15 t de massa seca por ano e é fixador de nitrogênio do ar. O feijão guandu anão é cultivar de porte reduzido, sendo uma leguminosa semi-perene, rústica, com grande volume de ramificações e alto poder de rebrota (SEPROTEC, 2007); é adaptado às condições de déficit hídrico e baixa fertilidade do solo (ESPÍNDOLA *et al.*, 2005).

ALVARENGA *et al.* (1995) avaliaram o potencial de leguminosas, usualmente utilizadas como adubos verdes, na recuperação e conservação do solo com características físicas degradadas. Entre as espécies estudadas, o feijão guandu apresentou maior potencial para penetração de raízes no solo, produção de biomassa aérea e imobilização de

nutrientes. Os autores ainda concluíram que, a habilidade de enraizamento a maiores profundidades mostra, além de maior potencial na absorção de água, também a possibilidade de reciclar nutrientes nas camadas mais profundas.

ESPÍNDOLA *et al.* (1997) afirmam que o cultivo de adubos verdes que apresentam sistema radicular bem desenvolvido, como o guandu, tornam possível o rompimento de camadas compactadas promovidas pelo uso de implementos agrícolas pesados, o que reduz a infiltração de água no solo.

MOREIRA *et al.* (2003) quantificaram a fixação biológica do feijão guandu e detectaram que 59% do nitrogênio presente na parte aérea foi derivada deste processo. Ainda, de acordo com FANCELLI & DOURADO NETO (2000), o feijão guandu anão tem potencialidade de fixar de 41 a 280 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

SILESHI *et al.* (2008) estudaram o consórcio entre espécies leguminosas comparadas com uma monocultura de milho sobre a riqueza e abundância da macrofauna e minerais do solo e sobre a dinâmica do nitrogênio. As plantas estudadas foram feijão guandu anão, sesbania e tefrósia. Os autores observaram que a mistura de sesbania e guandu aumentou consistentemente a riqueza da macrofauna do solo, e a abundância de minhocas e milípedes comparada com a monocultura do milho (controle). As leguminosas consorciadas também aumentaram o rendimento de grãos de milho.

O estilosantes é uma leguminosa, pertencente à família Fabaceae, utilizada intensamente na pecuária, geralmente em consórcio com braquiária, com grande sucesso. No entanto, poucos são os estudos sobre a espécie relacionados à sua utilização como planta de cobertura.

As espécies do gênero *Stylosanthes*, vêm sendo amplamente estudadas, devido às suas qualidades forrageiras e à grande capacidade adaptativa às diversas condições ambientais (LÁZARO, 2007).

O estilosantes é uma forrageira rica em proteína que transforma o nitrogênio atmosférico e fixa-o biologicamente no solo (EMBRAPA, 2007a).

A maior parte das espécies de *Stylosanthes* ocorre como plantas invasoras ou colonizadoras em pastagens nativas, em solos ácidos e pobres em nutrientes, fato indicativo de que essa forrageira vem sendo naturalmente selecionada para aquelas condições de estresse ambiental (SILVA, 1998). De acordo com a EMBRAPA (2007b), o estilosantes sobrevive em baixos níveis de fertilidade natural e ESPÍNDOLA *et al.* (2005) citaram o estilosantes como leguminosa adaptada a condições de déficit hídrico.

A variedade de estilosantes utilizado neste trabalho foi a Campo Grande, selecionada pela EMBRAPA. A Campo Grande é uma mistura de sementes das espécies *Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*, na proporção de 80% da primeira e 20% da segunda. Ambas podem chegar a um metro de altura. A primeira possui hábito de crescimento cespitoso e flores de bege a amarelo. A segunda possui hábito de crescimento

decumbente e suas folhas são mais estreitas e pontiagudas que a *S. capitata*, com flores amarelas, podendo ser encontradas algumas com tonalidade bege (EMBRAPA, 2007a).

A matéria orgânica produzida pelo estilosantes apresenta baixa relação carbono/nitrogênio, o que possibilita sua rápida mineralização no solo, disponibilizando nutrientes para as plantas e melhorando a estrutura do solo e sua capacidade de retenção de água (EMBRAPA, 2007 b).

Ainda em estudos da EMBRAPA (2007a), foi observada a eficiente capacidade da espécie em fixar nitrogênio atmosférico. Relata-se que nas condições de solo e clima da Fazenda Ribeirão, em Mato Grosso do Sul, 88% do nitrogênio dos tecidos do estilosantes foi obtido da fixação atmosférica para produção de 7.400 kg ha⁻¹ de massa seca, 180 kg ha⁻¹ do N dos tecidos foi obtido pela simbiose com rizóbios. Ainda CALEGARI *et al.* (1992) citam resultados de 290 kg ha⁻¹ ano⁻¹ no cultivo do estilosantes. E CALEGARI (2008) destacou que o estilosantes pode fixar de 30 a 196 kg ha⁻¹ de nitrogênio por ano.

2.3 Alelopatia

O uso de cobertura verde ou morta de restos vegetais, visando ao controle de plantas invasoras, é o exemplo mais antigo do aproveitamento econômico da alelopatia (PELLISSARI *et al.*, 2002). Esta se baseia na liberação de substâncias químicas advindas do metabolismo secundário com propriedades de estímulo ou inibição; essas substâncias são denominadas aleloquímicos (RICE, 1984). SZCZEPANSKI (1977) definiu alelopatia como a interferência provocada pela introdução de substâncias químicas por alguns indivíduos, que no ambiente afetam outros componentes da comunidade. Essa interferência pode ser observada na sucessão de culturas, em que a deposição de palhada pode gerar alguns efeitos sobre a cultura adjacente, devido ao acúmulo de matéria orgânica decorrente do sistema de plantio direto.

Conforme RAVEN, EVERT & EICHHORN (2001) a redução da disponibilidade de um recurso não é o único mecanismo pelo qual uma planta pode competir. Em algumas interações competitivas, um dos organismos produz substâncias químicas que inibem o desenvolvimento do outro. A esse fenômeno, em que a planta adota estratégias químicas para adquirir maior proporção das fontes disponíveis (competição química) dá-se o nome de alelopatia (YUNES; CALIXTO, 2001). Uma planta pode reduzir o crescimento de plantas vizinhas pela liberação de compostos químicos no solo, o que pode ter como consequência maior chance de acesso à luz, à água e aos nutrientes, propiciando maior adaptação evolutiva (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A alelopatia vem sendo reconhecida como importante mecanismo ecológico e agrícola, atuando na sucessão, formação de comunidades e produtividade de colheitas (YUNES; CALIXTO, 2001).

Utiliza-se a palavra alelopatia para definir o efeito que as chamadas plantas de cobertura exercem sobre a comunidade infestante das culturas comerciais. Porque, antes do surgimento dos agrotóxicos, os agricultores utilizavam experiências e conhecimentos empíricos para o combate de plantas invasoras e faziam a rotação de culturas nas lavouras e, por este mecanismo, ocorria o controle de certas plantas invasoras (RICE, 1984).

Os conhecimentos dos efeitos da alelopatia e suas interações inter e intraespecíficas de plantas e microorganismos são de suma importância no contexto de qualquer ecossistema (REZENDE *et al.*, 2003). Isso porque a capacidade das plantas produzirem substâncias alelopáticas e a natureza química destas, diferem entre espécies, assim como a suscetibilidade destas aos aleloquímicos (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

ALTIERI & DOLL (1978) citados por SOUZA FILHO (2002), afirmam que o conhecimento das principais interações entre plantas cultivadas e invasoras poderá ser de grande utilidade prática para se estabelecer um controle eficiente de plantas invasoras. Isso porque a alelopatia vem sendo estudada como alternativa a fim de se complementar os métodos tradicionais de controle de plantas invasoras, reduzindo, ou até mesmo inibindo totalmente, seu desenvolvimento (CARVALHO; FONTANÉTTI; CANÇADO, 2002). WEIH *et al.* (2008) destacam a possibilidade de utilizar a atividade alelopática como alternativa à utilização do controle químico para supressão de plantas invasoras no agroecossistema.

ESPÍNDOLA *et al.* (2005) afirmam que os efeitos de alguns adubos verdes estão associados à liberação de substâncias alelopáticas durante a decomposição dos resíduos. Neste contexto, o efeito alelopático pode se pronunciar tanto durante o ciclo do cultivo quanto nos cultivos subsequentes (TEIXEIRA; ARAÚJO; CARVALHO, 2004).

ERASMO *et al.* (2004) ressaltam que muitas plantas produzem metabólitos secundários, aparentemente sem uma função fisiológica equivalente à dos metabólitos primários, os quais se acumulam nos diversos órgãos das plantas, mas de uma função ecológica importantíssima, e que, dessa maneira, muitas espécies interferem no crescimento de outras por meio da produção e liberação de substâncias químicas com propriedades de atração e estímulo ou inibição.

Mesmo depois que as plantas morrem, os aleloquímicos ainda se mantêm em seus tecidos, de onde são liberados por volatilização, se forem produtos voláteis, ou por lixiviação, através de orvalho e chuva, se forem solúveis em água, sendo arrastados para o solo. No solo, ao atingirem a concentração necessária, podem influenciar o desenvolvimento de microorganismos e plantas que neles se encontram (ALMEIDA, 1991).

A decomposição dos resíduos da cultura libera compostos orgânicos, alguns com propriedades alelopáticas, os quais podem influenciar o desenvolvimento das plantas

invasoras e culturas sequenciais (ALMEIDA, 1991). No processo de decomposição, liberam-se substâncias alelopáticas contidas nas células, tanto as que se encontram imobilizadas como as que fazem parte da membrana celular. Estas substâncias podem ser manipuladas para seus benefícios serem aproveitados em melhoramento genético. Já em 1988, Almeida sugeriu que, por manipulação genética, se transferissem genes responsáveis pela produção de aleloquímicos para espécies cultivadas, para que estas se tornassem resistentes a pragas e doenças (ALMEIDA, 1988).

SEVERINO & CHRISTOFOLETI (2001) constataram que a fitomassa dos adubos verdes, incorporada ao solo ou na sua superfície, reduz as populações de plantas invasoras. Assim, o conhecimento desses prováveis efeitos permite seu aproveitamento em sistemas de rotação ou consorciação com culturas, no contexto do manejo integrado de plantas invasoras (ERASMO *et al.*, 2004).

TOKURA e NÓBREGA (2006) avaliaram o potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal de *Triticum* spp, *Avena strigosa*, *Pennisetum glaucum*, *Raphanus sativus* e *Brassica napus* sobre o desenvolvimento de plantas infestantes. Concluíram que das espécies encontradas, *Brachiaria Plantaginea* foi o que apresentou maior potencial alelopático e *Chenopodium ambrosioides*, o menor. As coberturas vegetais que apresentaram melhor controle do total de plantas infestantes presentes na área experimental, incluindo aquelas com reconhecido potencial alelopático, foram *Avena strigosa*, *Brassica napus*, *Raphanus sativus* e *Pennisetum glaucum*.

Conforme CALEGARI *et al.* (1992), o efeito alelopático de substâncias fitotóxicas existentes nos resíduos e/ou produzidos durante a decomposição de adubos verdes é um fator a ser considerado no uso dessa prática.

Se a inibição causada pela alelopatia ajudar a manter o equilíbrio biológico das espécies, sem causar danos às culturas ou ao ambiente, atingirá o objetivo ecológico (ALMEIDA, 1990).

A cobertura vegetal reduz significativamente a intensidade de infestação de áreas por plantas invasoras e modifica a composição da população infestante. Dessa forma, a utilização de plantas de cobertura adequadas pode reduzir ou dispensar a utilização de herbicidas.

2.4 Espécies invasoras

Define-se como invasoras plantas que ocorrem em momentos e locais indesejados, interferindo negativamente em alguma atividade humana (FONTES; SHIRATSUSHI, 2003). Em áreas de produção de grãos, crescem com a cultura, reduzem a quantidade de grãos produzidos e prejudicam sua qualidade, dificultam a colheita, exigem tempo para seu controle e aumentam o custo da produção (SKORA NETO; PASSINI; RODRIGUES, 2006).

Requerem, para seu desenvolvimento, os mesmos fatores exigidos pela cultura comercial (EMBRAPA, 2002). Isso acontece porque essas espécies competem pela extração dos elementos vitais como água, luz, CO₂ e nutrientes e exercem inibição química pela alelopatia (LORENZI, 1986). Podem ainda comprometer as culturas de forma indireta por hospedarem pragas e doenças antes da infestação da cultura (LORENZI, 2006). A esse conjunto de efeitos dá-se o nome de interferência (EMPRAPA, 2008).

O grau de interferência imposto pelas plantas invasoras à cultura comercial é determinado pela composição florística, ou seja, pelas espécies que ocorrem na área, pela distribuição espacial da comunidade infestante e pelo período de convivência entre as plantas invasoras e a cultura (EMBRAPA, 2002). De acordo DAVIS & LIEBMAN (2001), as manipulações do solo podem afetar o crescimento e a habilidade competitiva anual das plantas daninhas.

As espécies invasoras se adaptam com facilidade aos ambientes, ao contrário das espécies cultivadas. Segundo FONTES & SHIRATSUSHI (2003), embora ambas estejam em processo de co-evolução, as espécies cultivadas perderam algumas características de adaptação e competição, e só conseguem expressar seu potencial produtivo se forem feitas modificações ambientais (aplicação de insumos).

As espécies vegetais espontâneas, nas áreas de cultivo agrícola, têm sido tratadas como plantas daninhas, ervas invasoras, inços e outras denominações pejorativas do ponto de vista dos prejuízos que podem causar (MENEZES; LEANDRO, 2004).

Para COUSENS & MORTIMER (1995), o sucesso de uma espécie invasora depende de sua habilidade de invadir e colonizar uma área. E, para isso, essas plantas possuem eficiente mecanismo de dispersão e banco de sementes dormentes no local, sendo que a ocorrência das espécies invasoras é basicamente determinada pelo banco de sementes do solo (SKORA NETO; PASSINI; RODRIGUES, 2006).

ESPÍNDOLA *et al.* (2005) relataram que embora o método mais utilizado para o controle de plantas invasoras seja a aplicação de herbicidas, a adubação verde tem se mostrado alternativa viável ao uso desses produtos. A adoção de métodos de controle de plantas invasoras que minimizem ou dispensem o uso de herbicidas são desejáveis para tornar a atividade agrícola ambientalmente mais segura (EMBRAPA, 2002).

As diversas práticas de controle de plantas invasoras visam ao controle a níveis de maior eficiência econômica e menor impacto ambiental, necessitando para isso conhecimentos adequados (VOLL *et al.*, 2005).

Se a terra é deixada em pousio, as plantas invasoras irão sementear e aumentar a infestação. O banco de sementes das plantas invasoras é o solo e, se nada for feito para evitar a produção de sementes, o número de plantas invasoras emergindo a cada ano aumenta significativamente, as produções de milho caem e a dependência do uso de

herbicidas aumenta, fazendo com que os custos de controles fiquem mais elevados (EMBRAPA, 2002).

O controle cultural com o uso de cobertura morta, maior densidade de plantio, época adequada de plantio, uso de variedades adaptadas às regiões e rotação de culturas, são técnicas que permitem às culturas tornar-se mais competitivas com as plantas invasoras. O plantio direto auxilia no controle de plantas invasoras, especialmente no milho safrinha, porque sem o revolvimento do solo o banco de sementes na parte superficial do solo tende a reduzir, reduzindo também a germinação dos propágulos (EMBRAPA, 2002).

Ainda KARAM *et al.* (2008), citam que o manejo de plantas invasoras, dentro da Agroecologia, tem o propósito de buscar alternativas sustentáveis e ecologicamente corretas para as mais diversas culturas, visando manter a biodiversidade, e à redução ou, até mesmo, a eliminação do uso de agrotóxicos com práticas alternativas sustentáveis no controle dessas plantas. Entre elas, os autores destacam o consórcio cultura x plantas invasoras com manejo mecânico (roçadeiras – manual e tratorizada); o uso de leguminosas e seus efeitos alelopáticos; o uso de herbicidas de forma localizada em culturas perenes que, com o tempo, causa a formação de cobertura morta, que pode eliminar o uso desses herbicidas; a utilização de cobertura morta, proveniente da vegetação local e/ou introdução de palhadas; o uso de secantes naturais.

A quantidade e qualidade da palhada sobre o solo influenciam diretamente a comunidade infestante. Conforme SKORA NETO, PASSINI & RODRIGUES (2006), quanto maior a quantidade de palha que forma a cobertura morta, maior a quantidade de aleloquímicos liberada e maior o efeito sobre plantas invasoras. Por esse motivo os mesmos autores afirmam que, em sistema plantio direto, a infestação é normalmente menor do que quando se revolve o solo.

De acordo com FONTES & SHIRATSUSHI (2003), a cobertura morta age de forma direta e indireta sobre a comunidade invasora. Os autores afirmam que a palhada interfere negativamente sobre as plantas invasoras de duas formas: ou na germinação ou na emergência de plântulas. No primeiro caso, pode impedir a passagem de luz à semente e muitas são fotoblásticas positivas; a palhada mantém a temperatura do solo mais estável e muitas espécies precisam de temperaturas variáveis para germinar. As que conseguem germinar podem não ter reservas suficientes para atravessarem a palhada.

ALMEIDA (1990) afirma que a ação alelopática dos detritos vegetais sobre a flora que aparece no solo é mais evidente no plantio direto. Isso porque a lenta decomposição dos resíduos, processada essencialmente na área de contato entre a palha e a terra, concentra os compostos alelopáticos, tornando mais evidentes e prolongados seus efeitos.

O grau de interferência das espécies invasoras, que pode variar de acordo com as condições climáticas e sistemas de produção imposta pelas plantas invasoras, tem sido descrito na ordem de 13,1%, e em casos em que não se tenha feito controle, pode chegar a

aproximadamente 85% de redução (EMBRAPA, 2002). O método mais utilizado para barrar esse tipo de prejuízo é o controle químico, sendo usados em 65% de toda área cultivada com milho (KARAM *et al.*, 2008).

De acordo com LORENZI (1982), LORENZI (1986) e VOLL *et al.* (2005) a corda de viola (*Ipomoea grandifolia* L.) é uma planta anual e trepadeira. Também são consideradas plantas invasoras muito prejudiciais às culturas anuais e perenes de verão, principalmente por ocasião da colheita, provocando o embuchamento da colhedora. Herbicidas de contato, de aplicação pós emergente, não possuem ação efetiva no controle, permitindo rebrotamento e manutenção do banco de sementes, motivando a reaplicação anual de herbicidas. Sua sobrevivência no solo pode atingir em torno de dez anos.

A guanxuma (*Sida rhombifolia* L.): planta perene e herbácea. É infestante altamente competitiva com as culturas agrícolas, perenes e anuais, devido ao seu profundo sistema radicular. Em experimento conduzido em semeadura direta, a sobrevivência das sementes no solo foi de três anos. O picão preto (*Bidens pilosa*): planta anual, herbácea. Sérias infestantes, de lavouras anuais e perenes, muito prolíferas, e de ciclo curto, com até três gerações por ano. Uma planta pode chegar a produzir 3000 a 6000 sementes, a maioria das quais germina. Pode apresentar sobrevivência de até quatro anos no solo, reinfestar facilmente as áreas, principalmente nas condições de milho safrinha, sem utilização de controle químico (LORENZI, 1982; LORENZI, 1986 E VOLL *et al.*, 2005).

2.5 Cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é pertencente à família *Poaceae* (antiga *Gramineae*), seu caráter monóico e sua morfologia resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas. O resultado geral da seleção natural e da domesticação foi a produção de uma planta anual, robusta, ereta, com um a quatro metros de altura, arquitetada para produção de grãos (EMBRAPA, 2002). É uma planta de ciclo variado, mas em nossas condições varia de 110 e 180 dias, da semeadura até a colheita. Seu ciclo de vida compreende as seguintes fases de desenvolvimento: germinação e emergência, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturidade (VIEIRA JR, 1999).

É uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia existentes e de uma pequena semente (0,3 g) surgirá uma planta com aproximadamente dois metros de altura e isso por um período de nove semanas (EMBRAPA, 2002b).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (EMBRAPA, 2008). Devido à sua multiplicidade de aplicações, assume relevante papel socioeconômico e impulsiona diversos complexos industriais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

O milho é cultivado em praticamente todo o território nacional, sendo que 90% da produção concentraram-se nas regiões Sul (43%), Sudeste (25%) e Centro - Oeste (22%) (EMBRAPA, 2009). Ressalta-se que apenas 15% da produção nacional de milho se destina ao consumo humano, isto porque o milho é o principal componente na alimentação de aves, suínos e bovinos (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2007).

A produção do milho, no Brasil, tem-se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio. Os plantios de verão, ou “primeira safra”, são realizados na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro. Mais recentemente, tem aumentado a produção obtida na safrinha, ou “segunda safra”. A safrinha refere-se ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo. Verifica-se um decréscimo na área plantada no período da primeira safra, em decorrência da concorrência com a soja, o que tem sido parcialmente compensado pelo aumento dos plantios na safrinha. Embora realizados em uma condição desfavorável de clima, os plantios da safrinha são conduzidos dentro de sistemas de produção que gradativamente são adaptados a essas condições, o que tem contribuído para elevar os rendimentos das lavouras dessa época (EMBRAPA, 2009).

A segunda safra de milho pode chegar a 30% do volume total da colheita do grão e começa a abandonar o diminutivo: safrinha já não é apropriado para tamanha representatividade (REVISTA TERRAVIVA, 2008).

Na safrinha 2007/2008, o Paraná obteve produção de 5.489.330 t em área de 1.512.078 ha, o que corresponde a aproximadamente 3.630 kg ha⁻¹, segundo dados da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB, 2008). Na região Oeste do Paraná, foram cultivados 525.988 ha na safra 2007/2008 com produção de 1.894.242 t e produtividade de 3.601 kg ha⁻¹ (SEAB, 2008). É a terceira cultura mais plantada no mundo e no Brasil são colhidos, em média, 12 milhões de hectares a cada safra (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2007). De acordo com a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, o estado é o primeiro no *ranking* brasileiro em produção de milho, com 27,8% do total (SEAB, 2008) e o Brasil é o terceiro país em produção no mundo (EMBRAPA, 2009).

Da forma como a maioria dos produtores está praticando o plantio direto, com alta porcentagem de soja na área cultivada, está gerando biomassa insuficiente para a sustentabilidade a longo prazo (SÉQUY *et al.*, 2008). Com a rápida expansão do plantio direto no Sul do Brasil, tem aumentado o interesse pela consorciação de plantas de cobertura de solo como fonte de N ao milho em sucessão (GIACOMINI, *et al.*, 2004).

A cultura do milho dá sustentabilidade para diferentes sistemas de produção, principalmente por meio da rotação de culturas, minimizando possíveis problemas com

nematóides de galha, nematóide de cisto e doenças (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2007).

A importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil (EMBRAPA, 2008).

Um modelo ideal de exploração agrícola pressupõe a correta utilização da terra sem a degradação do solo e dos demais recursos naturais, por meio da combinação do planejamento agroecológico com o sócio econômico. A reciclagem de nutrientes e o aproveitamento dos restos de culturas como fonte de adubo orgânico são relevantes para o adequado manejo da fertilidade do solo. Deve-se destacar, neste aspecto, que a versatilidade do milho para inclusão em rotação de cultura é grande e que, sendo uma planta de raízes fasciculadas e de alta exigência em nitrogênio, o milho deve ser incluído em rotação com leguminosas (IAPAR, 1991).

O emprego de adubos verdes na cultura do milho pode contribuir para a redução da necessidade de adubação de cobertura, perfazendo economia de 40 a 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio, de acordo com FANCELLI & DOURADO NETO (2000).

O potencial produtivo da cultura do milho pode chegar a 10 t ha⁻¹ de grãos, por agricultores que adotam tecnologias adequadas. Porém, em geral, o que se observa é cerca de 3,5 t ha⁻¹ de produtividade (CARVALHO *et al.*, 2004). Os mesmos autores afirmam que a sucessão de cultivos contribui para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar sua fertilidade, garantindo melhor produtividade.

A redução do rendimento da cultura devido à competição estabelecida com plantas invasoras pode alcançar até 70%, dependendo da espécie, do grau de infestação, do tipo de solo, das condições climáticas, além do estágio fenológico da cultura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Campo

O experimento foi realizado em uma propriedade agrícola, localizada na região Oeste do Paraná, no município de Braganey, ano agrícola de 2007/2008. A área está localizada em coordenadas geográficas de 24°49'03" S de latitude e 53°07'11" W de longitude e altitude de 643 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, com precipitação média anual de 1.600 mm e temperatura média anual de 20 °C (COOPAVEL, 2007).

Para determinação da fertilidade e possível necessidade de correção do solo, foi realizada análise química do solo. As amostras foram retiradas na profundidade de 0 - 20 cm, com o auxílio de uma pá de corte, antecedendo à semeadura das coberturas vegetais. Os resultados da análise são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Teores de nutrientes determinados na análise química do solo antes da implantação das espécies leguminosas usadas como cobertura vegetal*

Variáveis								
P	K ⁺	C	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	pH	MO	H ⁺ +Al ³⁺
mg dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³	g dm ⁻³	cmol _c . dm ⁻³	cmol _c . dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³		g.dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³
14,20	0,30	17,82	0,19	3,34	1,29	4,70	30,65	5,35
M. alto	Médio	Médio	Baixo	Médio	Alto	Baixo		

* Análise realizada no laboratório de solos da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC).

a. Condições climáticas durante o experimento

Para acompanhamento das condições meteorológicas durante a realização do experimento, foram levantados junto ao SIMEPAR, os dados de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura máxima e mínima do local (Figura 1, 2 e 3).

Em média, durante o desenvolvimento das culturas, a precipitação foi de 107 mm mensais. Após a semeadura do milho a precipitação média foi de 125 mm mensais. Segundo FANCELLI & DOURADO NETO (2000), máximas produtividades ocorrem quando o consumo de água, durante todo o ciclo, fica entre 500 e 800 mm, isso porque a cultura exige no mínimo 350-500 mm de água para que produza sem necessidade de irrigação. Em condições de clima quente e seco, o consumo de água raramente excede 3 mm dia⁻¹, quando a planta apresenta em torno de 30 cm de altura e, no período que vai da iniciação floral à maturação, pode atingir valores de 5 a 7 mm dia⁻¹ (EMBRAPA, 2009).

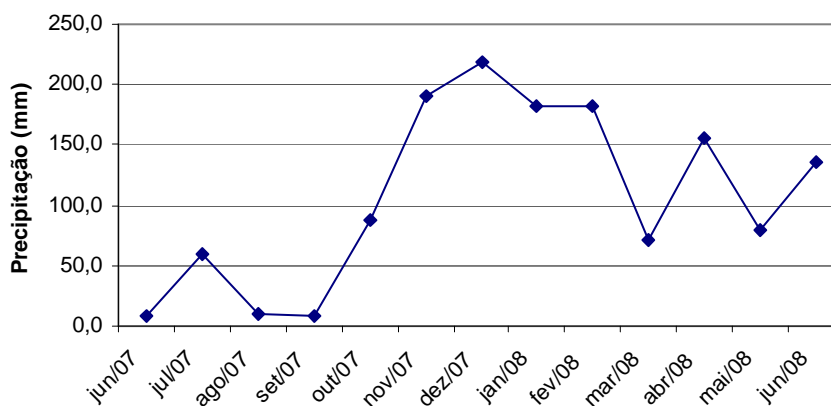


Figura 1 Precipitação média (mm) na região do município de Braganey-PR, no período de jun/2007 a jun/2008 (SIMEPAR).

Observa-se que a precipitação foi baixa nos meses de agosto a setembro, impedindo a implantação das leguminosas na entressafra.

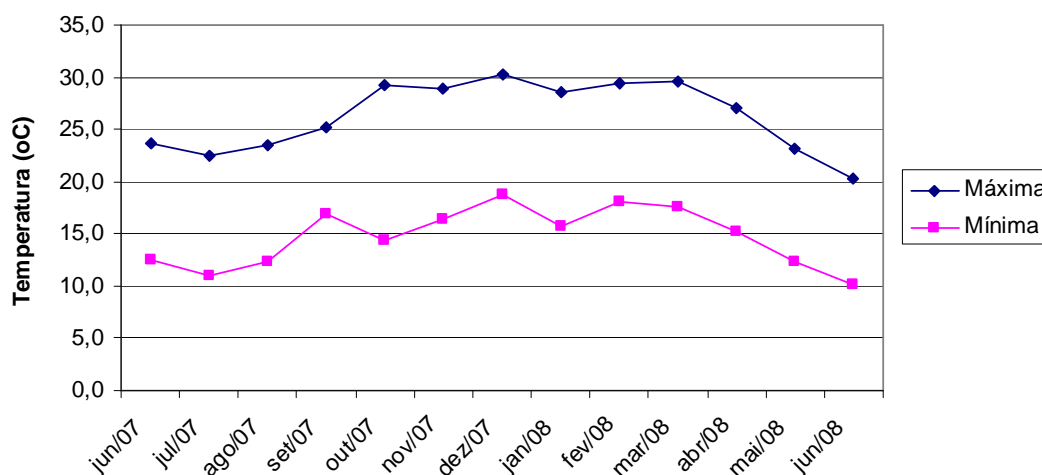


Figura 2 Temperatura máxima e mínima (°C) na região do município de Braganey-PR, no período de jun/2007 a jun/2008 (SIMEPAR).

A temperatura afeta a germinação em dois parâmetros: na porcentagem máxima de germinação e velocidade de germinação (VIEIRA JR, 1999). A temperatura média durante o período experimental foi de aproximadamente 20°C. Segundo FANCELLI & DOURADO NETO (2000), quando a temperatura do solo é inferior a 10°C e superior a 40°C há prejuízo sensível à germinação e o ideal seria entre 20 e 30°C (BRASIL, 1992). VIEIRA JR (1999) afirma que a temperatura ideal para máxima porcentagem de germinação é aos 25°C e a máxima velocidade a 30°C. Por ocasião da floração, temperaturas médias superiores a 26°C aceleram o desenvolvimento dessa fase e, inferiores a 15,5°C o retardam. Cada grau acima da temperatura média de 21,1°, nos primeiros 60 dias após a semeadura, pode acelerar o florescimento em dois a três dias. Temperaturas noturnas superiores a 24°C proporcionam aumento da respiração, de tal forma que a taxa de fotossíntese cai e, com isso, a

produção é reduzida. Redução da temperatura abaixo de 15°C ocasiona retardamento na maturação do grão.

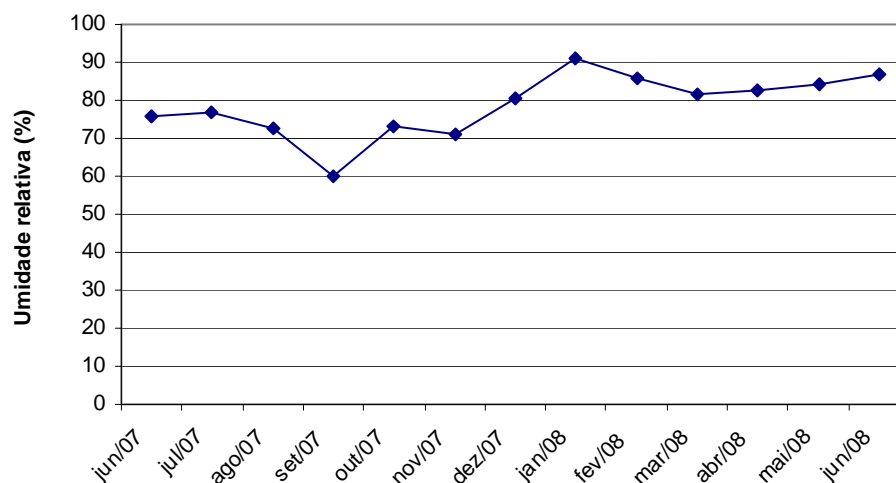


Figura 3 Umidade relativa (%) na região do município de Braganey-PR, no período de jun/2007 a jun/2008 (SIMEPAR).

A umidade relativa (UR) na semeadura e colheita foi alta, próxima de 90%. Em todo o período de desenvolvimento do milho esta variou de 80 a 90%. UR mais baixa foi verificada até próximo ao mês de outubro, antecedendo à semeadura das plantas leguminosas.

b. Implantação das leguminosas

A área experimental foi cultivada sob sistema de plantio direto com sucessão de soja/trigo por aproximadamente dez anos. O preparo do solo ocorreu sob cultivo mínimo (uma escarificação + uma gradagem), em virtude da compactação em que se encontrava o solo.

As sementes de estilosantes utilizadas foram da variedade Campo Grande, doada pela EMBRAPA Gado de Corte-Campo Grande-MS. As sementes de mucuna anã e feijão guandu anão foram adquiridas da empresa Sementes Chopinzinho, na cidade de Chopinzinho-PR.

As leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, foram semeadas nas quantidades de aproximadamente 20 sementes m^{-2} , 50 sementes m^{-2} e 70 sementes m^{-2} , respectivamente. Foram implantadas na área experimental, em outubro de 2007, em parcelas de 4 x 5 m, com espaçamento de um metro entre as parcelas (Figura 4). A semeadura das leguminosas foi a lanço, incorporadas ao solo com enxada, sem adubação. Foram quatro tratamentos, sendo três leguminosas e uma testemunha (pousio). As pulverizações foram realizadas com o inseticida metamidafós (Tamaron[®]), na dose 600 mL

ha⁻¹, sobre as plantas de cobertura sempre que necessário, principalmente para o controle da vaquinha (*Diabrotica speciosa*), num total de duas pulverizações.

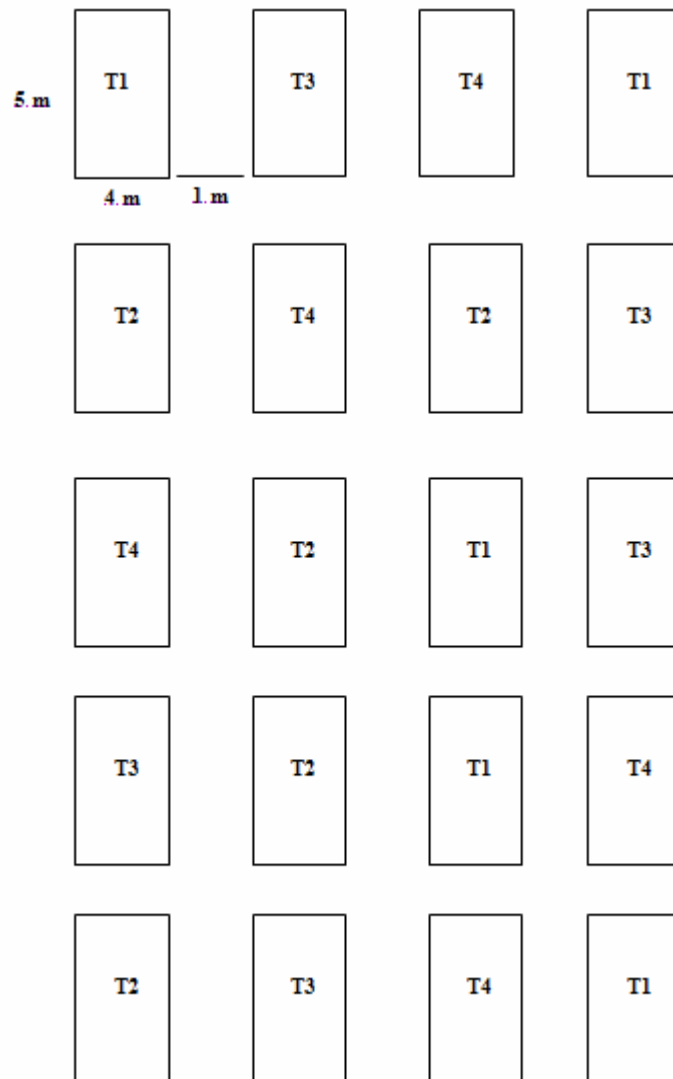


Figura 4 Esquema amostral realizado em campo para aleatorização dos tratamentos com as leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, além da testemunha. (T1 – testemunha; T2 – mucuna anã; T3 - feijão guandu anão; e T4 – estilosantes).

No início do estágio de florescimento, em janeiro de 2008, as plantas leguminosas foram cortadas rente ao solo e amostras foram recolhidas para preparo de extratos aquosos em laboratório e para determinação da massa fresca e seca. O restante foi roçado com roçadora mecânica, de forma que a palhada permaneceu sobre a parcela correspondente ao tratamento.

Amostras da parte aérea das espécies vegetais para determinação da massa fresca e seca foram colhidas, sendo retirada uma amostra de cada parcela de cada tratamento. O quadro metálico de 0,25 m² jogado aleatoriamente quatro vezes e após uniu-se às sub-amostras, formando uma amostra única. A massa fresca foi determinada logo após o corte e a massa seca, após secagem em estufa de circulação de ar a 60°C por 48 h.

A porcentagem de matéria seca presente no total da massa fresca foi calculada da seguinte forma:

$$\%MS = \frac{MS}{MF} \cdot 100$$

Em que:

%MS= porcentagem de matéria seca;

MS= valor encontrado para massa seca para as leguminosas;

MF= valor encontrado para massa fresca para as leguminosas.

A variação da produção de massa em relação à testemunha foi calculada da seguinte maneira:

$$\% \Delta = \frac{Tn \cdot 100}{T0}$$

Em que:

%Δ= variação da produção de massa em relação à testemunha;

Tn= produção de massa no tratamento;

T0= produção de massa na testemunha.

c. Desenvolvimento da cultura do milho

O híbrido utilizado foi o Pioneer 30R32, característico para cultivo na safrinha. As sementes foram previamente submetidas ao teste de germinação em laboratório, com resultado de 92%.

A semeadura foi com matraca, em 03 de fevereiro de 2008, sobre os restos vegetais das leguminosas, em torno de 15 dias após o corte, nas parcelas demarcadas, em sistema de semeadura direta. O espaçamento entre linhas foi de 80 cm e a densidade foi de seis sementes por metro linear. A adubação foi de 350 kg ha⁻¹ na semeadura, da fórmula 10-20-20 (NPK) e 140 kg ha⁻¹, em cobertura, de uréia (60 kg ha⁻¹ de nitrogênio). A testemunha recebeu o mesmo preparo que os demais tratamentos, porém a área permaneceu sob pousio (formação de vegetação natural).

A emergência de plântulas de milho foi avaliada diariamente, a partir do 5º dia após a semeadura, estendendo-se até atingir número constante de plântulas, o que se deu aos 20 dias após a semeadura. Com esses dados, foi determinado ainda a velocidade de emergência (VE), a porcentagem de emergência (% EM) e o índice de velocidade de emergência (IVE).

A VE foi calculada segundo EDMOND & DRAPALA (1958), os quais consideram que o tratamento que levou menos dias para as plântulas emergirem do solo, foi aquele que apresentou a maior velocidade de emergência, portanto, com menor média de VE:

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

em que:

VE = velocidade de emergência;

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

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

Os resultados são expressos em número de dias que as plântulas levam para emergir.

O IVE foi calculado conforme MAGUIRE (1962):

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

em que,

IVE = índice de velocidade de emergência;

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

$N_1, N_2 \dots N_N$ = número de dias após a semeadura até a primeira, até a segunda, (...) até a última contagem. O resultado é expresso em plantas por dia.

Mensalmente, as estaturas de dez plantas de milho foram avaliadas, considerando a distância do solo até o pendão, aleatoriamente, em cada parcela.

A colheita foi manual, nas linhas centrais de cada parcela (linhas úteis), desprezando as bordaduras. As espigas de milho colhidas foram desempalhadas e processadas em debulhador manual.

As sementes colhidas foram embaladas, identificadas e levadas ao laboratório, para determinação da produtividade corrigida para teor de água de 13% e os valores extrapolados para kg ha^{-1} . O teor de água e a qualidade das sementes também foram determinados.

d. Incidência das plantas invasoras

A incidência das plantas invasoras foi avaliada durante o cultivo das leguminosas, aos 30 e 60 dias após a semeadura, e durante o desenvolvimento do milho, aos 30 e 60 dias após a semeadura e por ocasião da colheita.

O levantamento da incidência das plantas invasoras constituiu-se de quatro amostragens aleatórias, por parcela, com o lançamento aleatório de quadros, utilizando uma moldura metálica de dimensões de 0,50 x 0,50 m, perfazendo área interna de 0,25 m². As plantas invasoras encontradas dentro do quadro foram contadas e separadas em folhas

largas e estreitas, além da contagem e identificação específica das espécies picão preto, corda de viola e guaxuma. A identificação foi feita segundo LORENZI (1994) e KISSMANN (1997).

A porcentagem de redução dos tratamentos em relação à testemunha foi calculada da seguinte forma:

$$\%RED = 100 - \left(\frac{Tn \cdot 100}{T0} \right)$$

Em que:

%RED= porcentagem de redução;

Tn = número de plantas invasoras encontradas na testemunha;

T0 = número de plantas invasoras encontradas no tratamento *n*.

A relação entre massa fresca e massa seca foi obtida da seguinte forma:

$$MF / MS = \frac{MF}{MS}$$

Em que:

MF/MS= relação entre massa fresca e massa seca;

MF= valor encontrado de massa fresca;

MS= valor encontrado de massa seca.

3.2 Laboratório

As análises foram realizadas no Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas (LASP) do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Cascavel.

a. Qualidade das sementes

A qualidade das sementes de milho e das leguminosas foi determinada em laboratório antes da implantação das culturas e após a colheita do milho. Os testes para determinação da qualidade de sementes foram os seguintes: teor de água, massa de 100 sementes, porcentagem de germinação e teste frio – todos seguindo as recomendações prescritas em BRASIL (1992) e MARCOS FILHO, CÍCERO & SILVA (1987).

Teor de água: as sementes foram colocadas em cápsulas de alumínio, duas repetições de cada parcela, de cada tratamento, com aproximadamente 5 g em cada repetição e levadas à estufa à temperatura de 105°C por 24 horas. Logo após, as cápsulas serem retiradas, foram dispostas em dessecador por aproximadamente 20 minutos. Em

seguida, as amostras foram pesadas novamente e foi calculado o teor de água de cada repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Massa de 100 sementes: uma amostra, de cada repetição, de cada tratamento, de sementes de milho foi retirada para constituir duas repetições de 100 sementes, seguida da pesagem de cada uma delas. Os resultados foram expressos em gramas por 100 sementes.

Teste de germinação: quatro repetições, de cada tratamento, de cinquenta sementes foram dispostas sobre papel germiteste com auxílio de um tabuleiro contador. Os papéis foram pesados e umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes seu peso. Duas folhas de papel germiteste foram colocadas sob as sementes e duas sobre as mesmas. Depois disso, os papéis foram enrolados e amarrados com um atilho de borracha. As amostras foram identificadas e levadas ao germinador à temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ por oito dias. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de plântulas normais, anormais ou sementes duras.

Teste frio: a metodologia realizada para o teste de frio foi semelhante à do teste de germinação. Após a formação dos rolos, estes foram levados ao refrigerador à temperatura de $\pm 10^{\circ}\text{C}$, por sete dias. Após este período, os rolos foram retirados do refrigerador e levados ao germinador a temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$, por quatro dias. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de plântulas normais, anormais e sementes duras ou mortas.

b. Obtenção do extrato aquoso das espécies leguminosas e teste de alelopatia

O extrato aquoso foi preparado com folhas frescas de mucuna anã, guandu anão e estilosantes coletadas em campo, na fase de florescimento para as duas primeiras espécies e vegetativo para estilosantes – porque esta espécie não entrou na fase de florescimento na mesma época que as outras.

O extrato foi preparado com folhas frescas (colhidas no dia), as quais foram trituradas em liquidificador até que a mistura se tornasse homogênea, seguindo a proporção de 1/3 (p/v), para folhas e água destilada, respectivamente. Essa solução foi acondicionada em refrigerador por 48 horas (período de descanso da solução) e então filtrada em papel filtro. O pH, a condutividade elétrica, o rendimento de extrato e o índice de refração da solução do extrato foram determinados de acordo com as recomendações do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), com uma repetição para cada tratamento.

O experimento foi instalado em caixas de germinação (tipo Gerbox) com duas folhas de papel filtro. Foram utilizados 13 mL de solução (aproximadamente 2,5 vezes o peso do papel) dos extratos, nas concentrações (0; 1; 2,5; 5; 10 e 20 %), para umedecer o substrato (papel filtro) em que foram postas para germinar 10 sementes de milho e 25

sementes de cada espécie de: corda de viola, guanxuma e picão preto, conforme as recomendações prescritas em BRASIL (1992).

Os ensaios foram mantidos em germinador a temperatura de 25°C e o tempo de permanência variou, dependendo da espécie, sendo nove dias para o milho e a corda de viola, 13 dias para o picão preto e 16 dias para a guanxuma. Foram seis tratamentos para cada planta de cobertura e quatro repetições por tratamento.

No final do experimento, as plântulas foram separadas em normais, anormais, sementes duras e mortas.

3.3 Delineamento experimental e análise de dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento em campo e quatro repetições no laboratório. Para os testes de alelopatia em laboratório, foi utilizado um DIC em esquema fatorial 4x6. Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Scott–Knott a 5% de significância, com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

Os coeficientes de variação foram classificados segundo PIMENTEL-GOMES (1990), em que na ocasião de os coeficientes serem baixos, menores que 10%, os dados são considerados homogêneos; coeficientes médios, de 10 a 20%, os dados apresentaram média homogeneidade; coeficientes altos, de 20 a 30%, os dados apresentam baixa homogeneidade; e coeficientes muito altos, superiores a 30%, os dados são considerados heterogêneos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Plantas de cobertura vegetal

Nas análises de incidência de plantas invasoras durante o desenvolvimento das plantas leguminosas observou-se que para invasoras de folha estreita, guanxuma e corda de viola, não foi observada diferença significativa estatisticamente. Dentre as espécies de folha larga, o picão preto foi o que mais se destacou (Tabela 2).

Na análise da estatística descritiva, observa-se que o coeficiente de variação dos dados, obtidos no levantamento das espécies de folha larga aos 30 e 60 dias após a semeadura das espécies de cobertura vegetal, tem baixa e média homogeneidade, respectivamente. Contudo, os coeficientes de variação para os dados obtidos do levantamento das espécies de picão preto são considerados heterogêneos (Tabela 2) (PIMENTEL-GOMES, 1990). A incidência de plantas invasoras apresenta alta variabilidade, isto porque o número destas pode variar intensamente entre as parcelas experimentais, principalmente quando as parcelas são correspondentes a diferentes tratamentos. A causa disso deve ser justificada pelo banco de sementes no solo diferenciado entre as espécies, provavelmente devido ao mecanismo de dispersão do picão preto ser mais eficiente que o da guanxuma e o da corda de viola, podendo se distribuir de forma mais irregular.

Tabela 2 Incidência de espécies invasoras (plantas m⁻²) e porcentagem de redução dos tratamentos em relação à testemunha durante o desenvolvimento das espécies leguminosas em avaliações 30 e 60 dias após a semeadura destas plantas. Braganey (PR), 2007/2008

Avaliação Tratamento	30 dias			60 dias		
	Folha larga	Picão preto	% redução	Folha larga	Picão preto	% redução
Testemunha	45 a	7 a	0	40 a	7 a	0
Mucuna anã	36 a	5 a	20	18 b	2 a	55
F. guandu anão	34 a	5 a	24,4	19 b	6 a	52,5
Estilosantes	26 a	5 a	42,2	26 b	4 a	35
Coef. de variação (%)	21,69	63,43	-	15,91	45,86	-
Média geral	35	5,4	-	25,60	4,8	-
Valores de F	1,50 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-	7,27*	1,27 ^{ns}	-

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em $\sqrt{x+0,5}$.

Na avaliação aos 30 dias após a semeadura das plantas leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, não houve diferença significativa entre os tratamentos para folha larga e para a espécie picão preto, embora se observe que os valores médios foram maiores para a testemunha. Já na avaliação aos 60 dias após a semeadura, a testemunha apresentou maior valor para espécies de folha larga quando comparado aos

demais tratamentos, indicando que as culturas de cobertura controlaram essas espécies. Para picão preto também não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Aos 30 dias após semeadura, a maior porcentagem de redução em relação à testemunha, no número de espécies invasoras, foi observada no tratamento com estilosantes, enquanto que, aos 60 dias, este apresentou a menor porcentagem de redução. Já a mucuna anã apresentou a maior redução aos 60 dias após a semeadura das coberturas vegetais e a menor porcentagem de redução aos 30 dias. O feijão guandu anão apresentou valores entre estilosantes e mucuna anã, em ambas as avaliações.

FERNANDES *et al.* (1999) estudaram a fitomassa de adubos verdes e o controle de plantas invasoras em resposta a diferentes densidades populacionais de leguminosas. As leguminosas estudadas foram calopogônio, mucuna preta, mucuna rajada, feijão de porco, guandu de porte alto, *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria breviflora*. Em relação aos resultados sobre as plantas invasoras, maiores inibições ocorreram nas parcelas com mucuna preta e feijão de porco. A mucuna, assim como neste trabalho, demonstrou efeito supressor sobre a comunidade invasora.

Na Figura 5 é apresentada a incidência de todas as plantas invasoras mensuradas sobre a comunidade invasora, na avaliação aos 30 (a) e 60 (b) dias após a semeadura.

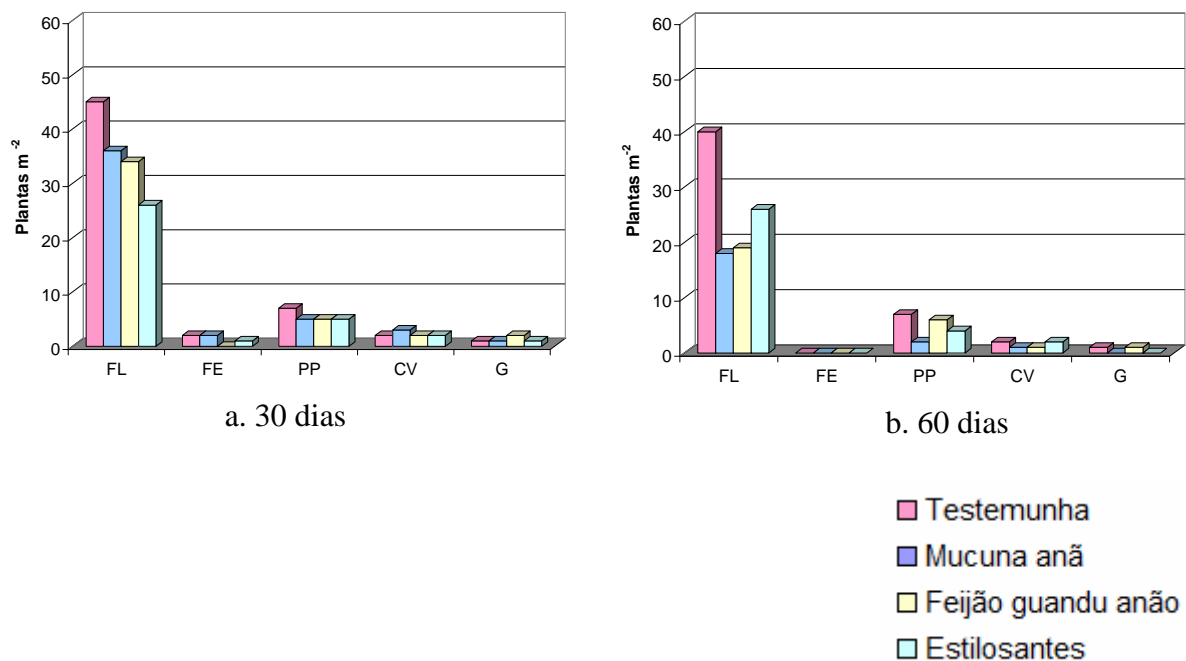


Figura 5 Incidência das plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE), picão preto (PP), corda de viola (CV) e guanxuma (G) durante o desenvolvimento das espécies leguminosas contabilizadas aos 30 e 60 dias após a semeadura. Braganey (PR), 2007/2008.

A testemunha apresentou os maiores valores de incidência de plantas de folha larga e picão preto (Figura 5) em ambos os períodos. Não foram encontradas plantas invasoras de folha estreita aos 60 dias após semeadura.

ERASMO *et al.* (2004) fizeram avaliações aos 15, 30, 45 e 60 dias após a implantação das plantas de cobertura *Cajanus cajan* (Feijão guandu), *Mucuna aterrima* e *Mucuna pruriens* (Mucunas). Verificaram que as espécies *M. aterrima* e *M. pruriens* reduziram significativamente o número e a massa seca da população das plantas invasoras em todas as avaliações., enquanto *Cajanus cajan* apresentou maior interferência sobre as plantas invasoras apenas aos 45 dias após a implantação.

PENTEADO (2007) também indicou mucuna e guandu como plantas de cobertura do solo com o objetivo de suprimir plantas invasoras.

Segundo SEVERINO & CHRISTOFFOLETI (2001a), a fitomassa dos adubos verdes, incorporados ao solo ou na sua superfície, reduz as populações de plantas invasoras. Os mesmos autores, em outro trabalho, estudando o banco de sementes de plantas invasoras em solo cultivado com adubos verdes, concluíram que a utilização das leguminosas *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan* e *Arachis pintoii* reduziu significativamente a infestação de plantas invasoras, principalmente de *Brachiaria decubens*, *Panicum maximum* e *Bidens pilosa*. No caso de *Bidens pilosa* (picão preto) e *Cajanus cajan* (feijão guandu anão), estudadas neste trabalho, e *Crotalaria juncea*, estas se destacaram (SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001b).

Quanto à influência de plantas de coberturas sobre o picão preto, CORREIA, DURIGAN & KLINK (2006), estudando as culturas de cobertura de sorgo, milho forrageiro, capim pé de galinha e braquiária para formação de palha na emergência de plantas invasoras, observaram que a composição específica e as densidades populacionais das comunidades infestantes foram influenciadas pelos sistemas de produção de cobertura morta. O número de plântulas emergidas de *Bidens pilosa*, *Amaranthus* spp., *Commelina benghalensis*, *Leucas martinicensis* e gramíneas foi inibido pelas coberturas, enquanto para *Chamaesyce* spp. os resíduos contribuíram para incremento na sua emergência.

De acordo com ERASMO *et al.* (2004), a interferência das plantas de cobertura vegetal nas espécies invasoras ocorre tanto em função do aleloquímico presente em maior quantidade nas espécies em decomposição, como do volume de material vegetal depositado.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias para massa fresca e seca (kg ha^{-1}) da parte aérea das plantas referentes aos tratamentos testemunha, mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes coletadas aos 90 dias após a semeadura.

Observa-se que o coeficiente de variação para os dados de massa fresca das plantas estudadas apresentaram média homogeneidade, enquanto para massa seca foi homogêneo (PIMENTEL-GOMES, 1990) (Tabela 3).

Tabela 3 Valores médios de massa fresca (MF) e seca (MS), percentual de diferença da quantidade de massa dos tratamentos em relação à testemunha e relação massa fresca/massa seca (MF/MS) da parte aérea das plantas dos tratamentos mucuna anã (*Mucuna deeringiana* – Sin. *Stizolobium deeringianum*), feijão guandu anão (*Cajanus cajan*) e estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *macrocephala*) e das plantas espontâneas na testemunha (pousio). Braganey (PR), 2007/2008

	Massa fresca		Massa seca		MF/MS	
	(kg ha ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(%)	%MS	Relação
Testemunha	4702 c	100	452 b	100	10	10/1
Mucuna anã	6307 b	134	488 b	108	8	13/1
F. guandu anão	8083 a	172	1131 a	251	14	7/1
Estilosantes	1975 d	42	272 c	60	14	7/1
Coef. de variação (%)	11,88	-	3,63	-	-	-
Média geral	5267	-	585	-	-	-
Valores de F	68,65*	-	69,19*	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade. Os dados de massa seca apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação por Box-Cox.

Pode ser observada, na Tabela 3, variação da quantidade de massa fresca produzida entre os tratamentos, sendo que o maior valor encontrado foi para o feijão guandu anão, seguido de mucuna anã. A diferença percentual em relação à testemunha para feijão guandu anão e mucuna anã foi de 72 e 34% de aumento na quantidade de massa fresca, respectivamente. O estilosantes obteve o menor valor – inferior, inclusive, ao apresentado pela testemunha –, sendo que o valor percentual em relação à testemunha foi de 42%, apresentando redução na produção de massa fresca.

Na análise para massa seca, verificou-se que o feijão guandu anão, assim como na massa fresca, apresentou o maior valor, enquanto a mucuna anã apresentou redução e seu valor se igualou, estatisticamente, ao da testemunha. ALCÂNTARA *et al.* (2000) estudaram o feijão guandu, crotalária e pastagem na recuperação da fertilidade do solo e também verificaram que a maior produção de massa seca da parte aérea, além da maior contribuição no fornecimento de nutrientes, foi do feijão guandu.

O estilosantes apresentou a menor quantidade de massa seca entre os tratamentos estudados, inclusive em relação à testemunha. HEINRICHS *et al.* (2005), em seus estudos, apresentaram desenvolvimento reduzido para feijão guandu anão, *Crotalaria spectabilis*, e a mucuna anã, tendo produção de fitomassa verde inferior à gerada no tratamento-testemunha, composto por plantas invasoras. Dentre os adubos verdes estudados pelos autores, destacou-se o feijão de porco, alcançando valores de até 290% superior ao da testemunha.

BORKERT *et al.* (2003) afirmam que o guandu é uma das opções para cobertura de solo no verão/outono, e pode produzir, em consórcio com o milho, quantidades de massa seca superiores a 2 t ha⁻¹ e, em alguns casos, produz mais de 10 t ha⁻¹, quando cultivado isoladamente em solos férteis e com boas condições climáticas. Neste trabalho, a espécie alcançou em torno de 8 t ha⁻¹. Já FAVERO *et al.* (1998) encontrou em torno de 5,5 t ha⁻¹

para o feijão guandu. Os mesmos autores encontraram para a mucuna preta, semelhante à mucuna anã, valores em torno de 6 t ha^{-1} , similar ao encontrado para mucuna anã neste trabalho.

O estilosantes não conseguiu estabelecer boa cobertura do solo, possivelmente porque as condições edafoclimáticas predominantes no local podem ter influenciado na capacidade de produção de fitomassa e também pela espécie não ter atingido o estágio de florescimento em campo. Na região ocorreu alta umidade relativa no período do experimento (outubro a fevereiro) (Figura 3) e, de acordo com a EMBRAPA (2007b), esta condição não é favorável ao desenvolvimento da espécie. Além disso, o estilosantes é adaptado a solos tipicamente arenosos, com até 35% de argila (EMBRAPA, 2007 b) e o solo do experimento é tipicamente argiloso.

Em estudos sobre acúmulo de nutrientes no limbo foliar de guandu e estilosantes, SILVEIRA *et al.* (2005), observaram que o guandu produziu mais matéria seca e, de modo geral, teve maior acumulação de nutrientes que o estilosantes até cerca de cem dias de idade. A partir daí, a produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes foram inferiores ao estilosantes. Neste trabalho as espécies leguminosas foram roçadas aos 90 dias após a semeadura; sendo assim, o estilosantes poderia precisar de mais tempo para demonstrar seu potencial.

BRAZ *et al.* (2006), em estudos sobre plantas de cobertura na cultura do trigo, encontraram produções de massa seca de 3494 kg ha^{-1} para estilosantes e 5507 kg ha^{-1} para feijão guandu: inferior ao encontrado neste trabalho para feijão guandu anão e superior ao encontrado para estilosantes, sendo estes 8083 e 1975 kg ha^{-1} , respectivamente.

A diferença no valor percentual em relação à testemunha para massa seca de feijão guandu anão foi superior ao apresentado para massa fresca, sendo que apresentou aumento de 151% na quantidade de massa seca; enquanto a mucuna anã apresentou aumento percentual menos evidente para massa fresca, correspondendo a 8%. O estilosantes apresentou redução de 40% de massa seca, inferior à redução para massa fresca, que foi de 58% em relação à testemunha (Tabela 3).

Quanto à porcentagem de matéria seca presente no tecido vegetal (% MS) e relação massa fresca/massa seca (MF/MS) apresentadas na Tabela 3, observa-se que o feijão guandu anão e estilosantes apresentaram valores semelhantes, em torno de 14% para porcentagem de MS e 7:1 de relação MF/MS, respectivamente, mesmo estas duas espécies apresentando acentuada diferença nos aspectos analisados anteriormente. A mucuna anã apresentou menor porcentagem de matéria seca, inclusive em relação à testemunha; porém, apresentou a maior relação MF/MS entre os tratamentos, seguida da testemunha. Este fato indica que a espécie tem menor quantidade de sólidos em seu tecido e, provavelmente, decomposição mais rápida.

CALEGARI (2008), estudando a porcentagem de nutrientes na matéria seca, observou que a mucuna anã possui de 2,85 a 3,35% de nitrogênio na matéria seca e o feijão guandu anão possui de 1,02 a 2,04%. Este dado compensa o fato de a mucuna anã apresentar menor porcentagem de matéria seca em relação ao feijão guandu anão neste trabalho, isto porque possui mais nitrogênio em seus tecidos.

Em trabalho semelhante, CÁCERES & ALCARDE (1995) encontraram quantidades de massa para mucuna anã, correspondendo a 18,5 t ha⁻¹ de massa fresca e 3,9 t ha⁻¹ de massa seca. MENEZES & LEANDRO (2004), estudando mucuna rajada e mucuna cinza, encontraram produções finais de fitomassa superiores a 5,0 t ha⁻¹. Resultados estes, superiores aos encontrados neste trabalho. Destacando que as diferenças no rendimento de matéria seca, entre as leguminosas, nos diversos locais podem estar associadas às condições edafoclimáticas.

OLIVEIRA *et al.* (2002), ao estudar os efeitos de plantas de cobertura sobre o feijoeiro, constataram que, nas espécies que produziram menor quantidade de massa seca e/ou quando a palhada sofreu decomposição mais rápida, a altura das plantas de feijão foi menor e a massa seca e número de vagens foram maiores. Segundo os autores, isso foi devido à maior evaporação direta da água retida no solo, em razão da elevação da temperatura, coberturas que ofereceram maior proteção ao solo favoreceram o crescimento das plantas de feijão.

A massa seca da testemunha, em que as plantas espontâneas do local formaram a cobertura, foi quantificada porque também exerce papel de cobertura do solo. FAVERO *et al.* (2000) afirmam que estas espécies podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde.

As quantidades de massa fresca e massa seca acumuladas pelas leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, assim como pela testemunha, são mostradas na Figura 6.

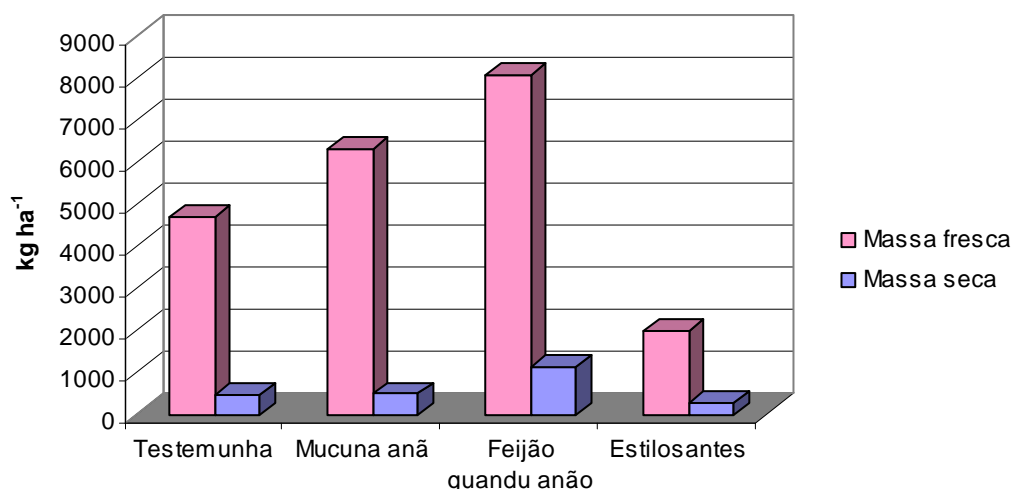


Figura 6 Massa fresca e seca (kg ha^{-1}) da parte aérea das plantas coletadas nos tratamentos mucuna anã, feijão guandu anão, estilosantes e testemunha aos 90 dias após a semeadura. Braganey (PR), 2007/2008.

Observa-se que a leguminosa estilosantes se destaca com os menores valores, tanto para massa fresca como seca, visto que o estilosantes foi a espécie que apresentou menor cobertura do solo. A produção de biomassa é característica reconhecida das leguminosas utilizadas como adubo verde, entretanto, existe grande variação nessas produções conforme as condições nas quais essas leguminosas crescem (ALVARENGA *et al.*, 1995).

PENTEADO (2007) destacou a importância em se manter a cobertura do solo com biomassa vegetal, isto porque mantém a umidade, evita a infestação de plantas invasoras e promove a vida de micro e macrorganismos.

Na Tabela 4 são apresentados os valores correspondentes às características físico/químicas do extrato aquoso da parte aérea das leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes.

Tabela 4 Características físico/químicas do extrato aquoso da parte aérea de mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes. Braganey (PR), 2007/2008

	Mucuna anã	F. guandu anão	Estilosantes
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1980	1884	1937
Graus brix (%)	1	1	2
Índice de refração	1,3345	1,3345	1,333
pH	4,94	6,09	5,37
Rendimento de extrato (MG mL^{-1})	0,23	0,32	0,21

A caracterização físico-química dos extratos vegetais utilizados em bioensaios de alelopátia é importante para que se possa concluir a respeito dos efeitos biológicos observados (CARMO *et al.*, 2007). Dentre as características físico/químicas, a avaliação do

pH e do potencial osmótico é fundamental quando se desconhece sua constituição em açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, íons e outras moléculas, pois valores extremos, tanto de pH quanto de potencial osmótico, podem atuar sobre as sementes e/ou plântulas e mascarar o efeito alelopático (FERREIRA; AQUILA, 2000). No presente estudo não foi medido o potencial osmótico da solução de extrato, mas a medida dos sólidos solúveis (brix), também está relacionada ao teor de açúcares e aminoácidos.

Em relação aos valores de pH, observa-se que o extrato aquoso da parte aérea de mucuna anã apresentou pH mais ácido, enquanto o feijão guandu anão apresentou pH foi moderadamente ácido. Menores valores de pH, podem indicar menor desenvolvimento microbiano, o que garante maior estabilidade do extrato.

Segundo FERREIRA & BORGUETTI (2004), o controle do pH e da concentração dos extratos é fundamental, pois pode haver neles substâncias como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos, que influem na concentração iônica e são osmoticamente ativos. Tanto à germinação, como o desenvolvimento de plantas são afetados negativamente, apenas em condições em que o meio ou é extremamente ácido ou extremamente alcalino (SOUZA FILHO, 1997).

CORREIA, CENTURION & ALVES (2005) estudando o extrato de híbridos de sorgo, das folhas, caules e raiz, concluíram que os valores de pH e condutividade elétrica observados encontram-se fora dos limites prejudiciais à germinação e ao desenvolvimento de plântulas. Os valores por eles encontrados para o pH, entre 4,5 e 6,0, são semelhantes aos encontrados neste trabalho.

CARMO *et al.* (2007), em ensaios sobre alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás, encontraram valores de pH entre 5,7 e 6,8 para extratos de partes das plantas. Os autores afirmaram que estes valores estão dentro de uma faixa de valores aceitáveis como não interferentes sobre a germinabilidade de sementes de sorgo – destacando que estes valores são próximos dos encontrados neste trabalho.

PERIOTTO *et al.* (2003), em estudos sobre efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth sobre alface e rabanete, também mediram o pH da solução. Os autores encontraram valores de pH em torno de 5 e afirmaram que, neste pH, a germinação não é afetada.

O maior rendimento de extrato foi o de feijão guandu anão, concordando com os resultados de condutividade elétrica, em que o feijão guandu anão apresenta o menor valor (Tabela 4). Isto porque o rendimento de extrato pode estar relacionado com maior concentração de princípios ativos no extrato e a condutividade elétrica é diminuída pela presença de solutos na solução.

Mucuna anã e estilosantes apresentaram valores semelhantes para rendimento de extrato. Analisando a condutividade elétrica dos extratos observa-se que a mucuna anã apresentou o maior valor, seguida pelo estilosantes.

As características físico/químicas, em geral, apresentam valores semelhantes, principalmente graus brix e índice de refração. Isto ocorre, possivelmente, porque os extratos das plantas de mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes são semelhantes, até mesmo porque estas são pertencentes à mesma família botânica, que é a *Fabaceae* (leguminosas).

Na Tabela 5 são apresentados os dados da análise de variância referentes à porcentagem de germinação de sementes milho, corda de viola, guanxuma e picão preto, submetidas aos extratos aquosos da parte aérea de mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, nas concentrações de 0; 1; 2,5; 5; 10 e 20%. Quando se analisa o coeficiente de variação verifica-se homogeneidade de dados entre o milho e a corda de viola. Para o picão preto os dados apresentaram média homogeneidade, enquanto para a guanxuma, os valores apresentam baixa homogeneidade. Estas considerações foram feitas baseadas na classificação de PIMENTEL-GOMES (1990).

Tabela 5 Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de germinação de sementes de milho (*Zea mays*), corda de viola (*Ipomoea grandifolia* dammer), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) e picão preto (*Bidens pilosa*) submetidas à aplicação de extratos aquosos da parte aérea das leguminosas mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), feijão guandu anão (*Cajanus cajan*) e estilosantes (*Stylosanthes capitata e macrocephala*) nas concentrações 0; 1; 2,5; 5; 10 e 20%. Cascavel (PR), 2007/2008

Concentrações (%)	Parâmetros	F	Média geral (%)	Coeficiente de variação (%)
Milho	Leguminosas	1,43 ^{ns}	99,61	2,73
	Concentrações	0,91 ^{ns}		
	Leg. x Conc.	0,91 ^{ns}		
Corda de Viola	Leguminosas	0,27 ^{ns}	77	7,17
	Concentrações	0,95 ^{ns}		
	Leg. x Conc.	1,01 ^{ns}		
Guanxuma	Leguminosas	5,30 [*]	36,55	35,10
	Concentrações	0,70 ^{ns}		
	Leg. x Conc.	0,51 ^{ns}		
Picão Preto	Leguminosas	0,25 ^{ns}	46,18	13,05
	Concentrações	2,13 ^{ns}		
	Leg. x Conc.	0,67 ^{ns}		

* Significativo

^{ns} Não significativo

Observa-se na Tabela 5, com a análise dos valores de F, que os dados de porcentagem de germinação foram significativos apenas para o fator Leguminosas para as sementes de guanxuma.

Na tabela 6 são apresentadas as médias de porcentagem de germinação de sementes de milho, picão preto, corda de viola e guanxuma para os fatores leguminosas e concentrações do extrato.

Tabela 6 Porcentagem de germinação de sementes de milho, picão preto, corda de viola e guanxuma submetidas aos extratos de mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes nas concentrações de 0; 1; 2,5; 5; 10 e 20%. Cascavel (PR), 2007/2008

		Milho	Picão preto	Corda de viola	Guanxuma
		----- % -----			
Leguminosas	Mucuna anã	100 a	46 a	78 a	28 a
	Feijão guandu anão	100 a	54 a	75 a	38 b
	Estilosantes	98 a	44 a	78 a	43 b
Concentrações do extrato	0	100 a	51 a	76 a	29 a
	1	100 a	44 a	76 a	37 a
	2,5	100 a	48 a	82 a	33 a
	5	100 a	47 a	75 a	39 a
	10	99 a	49 a	79 a	46 a
	20	98 a	37 a	74 a	35 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em \sqrt{x} .

As médias não diferiram estatisticamente para as porcentagens de germinação de milho, picão preto e corda de viola. Houve diferença estatística entre as leguminosas estudadas apenas para as sementes de guanxuma, sendo que o extrato de mucuna anã apresentou a menor porcentagem de germinação da invasora.

As concentrações utilizadas de extrato não acarretaram diferenças estatísticas entre as espécies estudadas. Observa-se, apenas, redução da germinação de sementes de milho no extrato a 10 e 20% correspondendo a 99 e 98% de germinação, respectivamente. No entanto, este não difere estatisticamente dos demais tratamentos; porém, 10 ou 20% de redução da germinação, no campo, pode ser bem considerável.

Não houve diferença significativa entre as espécies de leguminosas, para milho, picão preto e guanxuma, tampouco entre as concentrações de extrato aquoso destas plantas quanto ao potencial alelopático. Isto pode ser devido às baixas concentrações de extrato aplicadas neste experimento, ou mesmo a inexistência de efeitos alelopáticos entre estas espécies, além de outros fatores. Também o efeito verificado foi resultado de produtos naturais cujos compostos químicos podem ter sido rapidamente degradados. No entanto, deve-se ter cuidado na interpretação dos dados deste experimento, já que pode não condizer com a realidade de áreas cultivadas.

CARVALHO *et al* (2002) estudaram o potencial alelopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotandus*) em casa de vegetação usaram extrato aquoso de planta inteira, planta inteira picada incorporada, planta inteira picada em cobertura das plantas estudadas e água deionizada. Concluíram que o extrato aquoso da mucuna preta reduziu a quantidade de massa verde e matéria seca da parte aérea, da raiz e o índice de velocidade de emergência, além de estabilizar o número de tubérculos da tiririca, caracterizando possível efeito

alelopático. Já o extrato aquoso do feijão de porco estimulou o crescimento da parte aérea da tiririca e aumentou o índice de velocidade de emergência, evidenciando, também, possível efeito alelopático – porém, benéfico para a tiririca. Isso comprova que o efeito alelopático pode variar de acordo com as espécies estudadas.

Em estudos realizados na EMBRAPA sobre o potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes, o extrato das leguminosas amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), siratro (*Macropitilium atropurpureum*) e da vegetação espontânea (predomínio de *Panicum maximum*) sobre sementes das plantas teste alface, cenoura e pepino, o extrato de siratro se destacou dos demais ao reduzir significativamente a germinação das sementes de todas as plantas teste (EMBRAPA, 2000).

4.2 Cultura do milho

As avaliações de incidência de plantas invasoras durante o desenvolvimento da cultura do milho foram realizadas para folha larga e folha estreita, e dentre as espécies de folha larga, identificou-se picão preto, corda de viola e guanxuma. Destas, apenas os resultados para folha larga e picão preto foram significativos. Portanto, na Tabela 8 são apresentadas as médias de incidência de plantas invasoras durante o desenvolvimento da cultura do milho aos 30 e 60 dias após a semeadura apenas para espécies de folha larga e picão preto.

Analisando o coeficiente de variação, pode-se afirmar que os dados da avaliação aos 30 dias após a semeadura, foram medianamente homogêneos. Aos 60 dias após a semeadura, os dados para folha larga apresentaram pouca homogeneidade, enquanto que para picão preto foram heterogêneos (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Tabela 7 Incidência de espécies invasoras (plantas m⁻²) e porcentagem de redução dos tratamentos em relação à testemunha durante o desenvolvimento da cultura do milho em avaliações após 30 e 60 dias de semeadura. Braganey (PR), 2007/2008

Avaliação	30 dias			60 dias		
	Folha larga	Picão preto	% redução	Folha larga	Picão preto	% redução
Testemunha	265 a	185 a	0	83 a	11 a	0
Mucuna anã	80 b	40 b	69,8	33 b	4 a	60,2
F. guandu anão	118 b	75 b	55,5	49 b	8 a	41,0
Estilosantes	42 c	11 c	84,2	27 b	5 a	67,5
Coef. de variação (%)	20,61	24,44	-	34,73	54,28	-
Média geral	126	78	-	48	7	-
Valores de F	17,77*	22,17*	-	3,15*	1,19*	-

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em $\sqrt{x+0,5}$.

Observa-se que aos 30 dias após a semeadura do milho a testemunha apresentou maior incidência, tanto para folha larga como para picão preto. Também, é relevante destacar que o tratamento com estilosantes apresentou menor número de plantas de folha larga e picão preto, mesmo sendo o tratamento com a menor quantidade de biomassa deixada sobre o solo (Tabela 3).

Aos 60 dias após semeadura, para folha larga, a testemunha também apresentou maior número de invasoras quando comparado aos demais tratamentos e estes não diferiram entre si. Para picão preto não houve diferença estatística entre os tratamentos, porém, foi na testemunha que se observou o maior valor de incidência.

Em ambas as avaliações, durante o desenvolvimento da cultura do milho, a testemunha apresentou maior número médio de plantas invasoras, demonstrando que os tratamentos com as leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes foram eficientes no controle dessas espécies. LORENZI (1984) afirmou que a mucuna-preta exerce forte e persistente ação inibitória sobre a tiririca e o picão-preto, sendo esta ação possivelmente alelopática.

Por ocasião da colheita, a incidência de espécies invasoras apresentou o mesmo comportamento que nas avaliações aos 30 e 60 dias após a semeadura. Na Tabela 9 verifica-se os resultados para incidência de folhas largas e ao picão-preto.

Na análise dos coeficientes de variação da Tabela 8, observa-se que tanto para espécies de folha larga como para picão preto, os valores apresentaram média homogeneidade (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Tabela 8 Incidência de espécies invasoras (plantas m⁻²) por ocasião da colheita da cultura do milho semeado sob resíduos culturais de espécies leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008

Tratamentos	Folha larga	Picão- preto	% Redução
Testemunha	316 a	255 a	0
Mucuna anã	114 b	77 b	63,9
F. guandu anão	188 b	144 b	40,5
Estilosantes	118 b	61 b	62,7
Coef. de Variação (%)	22,18	27,52	-
Média geral	184	134	-
Valores de F	6,40*	7,49*	-

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em $\sqrt{x+0,5}$.

Observa-se que tanto para folha larga como para picão-preto a testemunha apresentou o maior número de espécies invasoras. Não houve diferença estatística entre as espécies leguminosas estudadas, mas confirma-se seu efeito de supressão quando comparadas à testemunha.

Os resultados para incidência de todas as espécies invasoras, contabilizadas aos 30 dias após a semeadura, são apresentados na Figura 7.

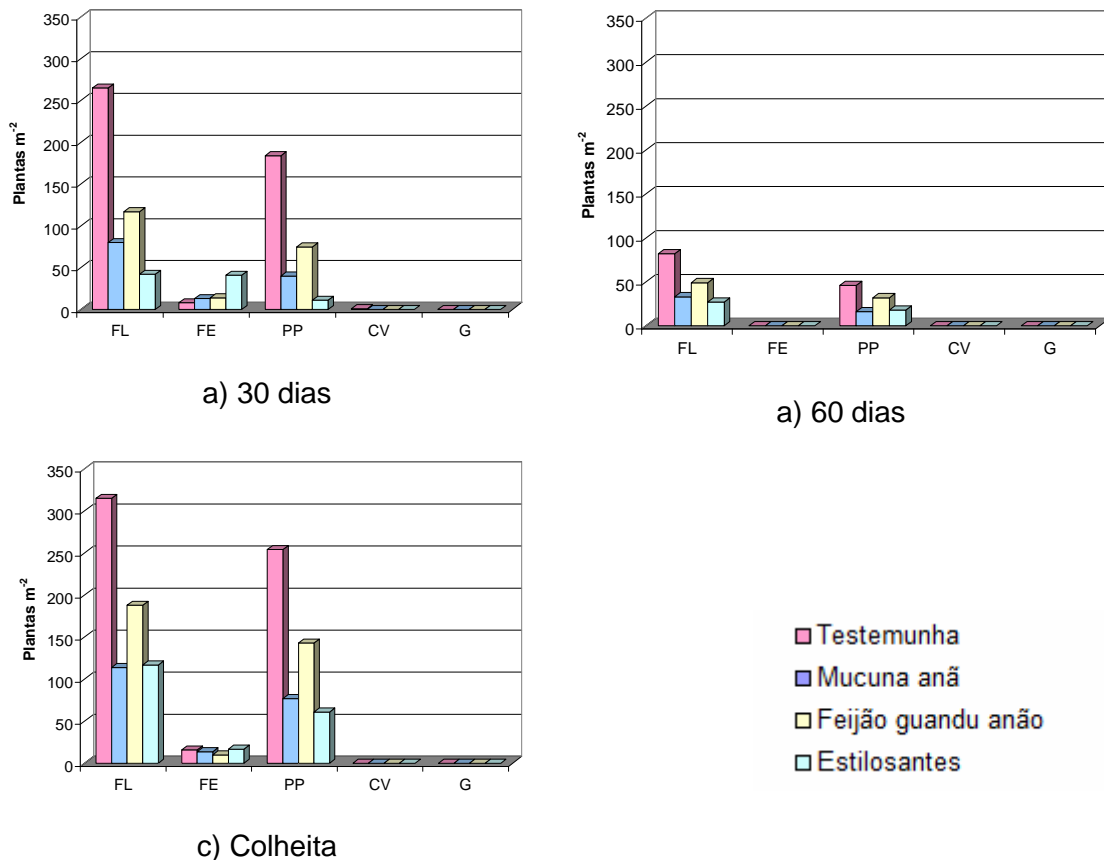


Figura 7 Incidência das plantas invasoras de folha larga (FL), folha estreita (FE), picão preto (PP), corda de viola (CV) e guanxuma (G) durante o desenvolvimento da cultura do milho, submetido a tratamentos com cobertura vegetal, contabilizadas 30 e 60 dias após a semeadura e por ocasião da colheita. Braganey (PR), 2007/2008.

Pelos dados apresentados na Figura 7, confirma-se os resultados apresentados na Tabela 8, em que, para folha larga e picão preto, a testemunha apresentou os maiores valores de incidência de plantas invasoras. Em nenhuma das avaliações foram encontradas plantas de corda de viola e guanxuma. Nas espécies de folha estreita na avaliação aos 30 dias após a semeadura, o tratamento com estilosantes apresentou maior número de invasoras.

Aos 60 dias após a semeadura do milho, observa-se que não foram encontradas espécies de folha estreita, corda de viola e guanxuma e que, tanto para folha larga, como para picão preto, como esperado, a testemunha não apresentou o menor controle sobre espécies invasoras. Pode-se destacar que nos três períodos avaliados, as espécies apresentam o mesmo comportamento nos quatro tratamentos, ou seja, maior incidência de folhas largas e picão preto e baixa incidência de folhas estreitas, além de não se encontrar espécies de guanxuma e corda de viola.

FAVERO *et al.* (2001) estudaram as modificações na população de plantas espontâneas na presença de plantas de cobertura leguminosas, sendo estas, feijão de

porco, feijão bravo do ceará, mucuna preta, lab lab e guandu. Concluíram que o feijão bravo do ceará, seguido da mucuna preta e do feijão de porco, foram as leguminosas com maiores produtividades de biomassa. A mucuna preta demonstrou maior potencial para cobertura do solo e supressão de plantas espontâneas. Os autores ainda afirmam que o uso de leguminosas para adubação verde promove modificações na dinâmica de sucessão das espécies espontâneas.

Estes dados de incidência de espécies invasoras indicam que o efeito supressor sobre a comunidade invasora persiste após o desenvolvimento do milho. CALEGARI *et al.* (1992) afirmam que o importante não é que as coberturas deixem o terreno livre de invasoras apenas por ocasião do corte, mas que seus resíduos permaneçam por mais tempo, impedindo a infestação das culturas em sucessão.

O fato de o estilosantes, mesmo apresentando baixa produção de biomassa, ter mostrado eficiente controle de espécies invasoras, tanto no desenvolvimento como na colheita do milho, pode indicar que o controle exercido pelo mesmo na comunidade invasora, pode não ser o efeito físico ocasionado pela palhada e sim outro efeito supressor, como, por exemplo, o efeito alelopático.

Em experimento conduzido no norte da Grécia, DHIMA *et al.* (2009) estudaram os efeitos da cobertura morta de sete plantas aromáticas, incorporadas e utilizadas como adubo verde, sobre o surgimento e crescimento de invasoras e de milho. As espécies usadas foram funcho, anis, manjerição, coentro, salsa, menta, hortelã, orégano, entre outras. Em campo, o surgimento de invasoras foi reduzido de 11 a 83% em relação à testemunha. Assim como neste experimento, a emergência do milho não foi afetada por qualquer adubo verde.

Em todas as análises de incidência de espécies invasoras, tanto durante o desenvolvimento das espécies leguminosas como no desenvolvimento da cultura do milho, a testemunha apresentou os maiores valores médios para plantas invasoras de folha larga e picão preto (Tabelas 2, 7 e 8). Isso demonstra que as espécies leguminosas estudadas neste trabalho possuem efeito supressor sobre a comunidade invasora e este efeito pode ser devido a diversos fatores químicos, físicos ou biológicos (CALEGARI, 1992; FAVERO, 2001).

Observa-se nas Tabelas 2, 7 e 8 que, o número de invasoras foi maior durante o cultivo e colheita do milho do que durante o desenvolvimento das plantas de cobertura, assim como a porcentagem de redução, que também foi maior nas avaliações feitas na cultura do milho.

Muitos são os trabalhos que buscam o controle de plantas invasoras por plantas de cobertura (FERNANDES *et al.*, 1999; MATEUS *et al.* 2004; TREZZI; VIDAL, 2004; TOKURA; NÓBREGA, 2005; BALBINOT, BIALESKI; BACKES, 2005; CORREIA, DURIGAN; KLINK,

2006; PICCOLO, 2007; NÓBREGA *et al*, 2009). Porém, sobre as espécies estudadas neste trabalho existem poucos registros.

Na Tabela 9 são apresentados os valores para velocidade de emergência (VE), porcentagem final de emergência (EM %) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho semeado sob resíduos culturais das leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, mais a testemunha.

Analisando os valores do coeficiente de variação da Tabela 9, observa-se que os dados de velocidade de emergência (VE) foram homogêneos. Os dados de porcentagem de emergência (%) e índice de velocidade de emergência (IVE) apresentaram média homogeneidade (PIMENTEL-GOMES, 1990).

A análise da Tabela 9 permite observar que não houve diferença estatística dos tratamentos com as espécies leguminosas quanto a velocidade de emergência (VE), porcentagem de emergência (EM %) e índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de milho submetidas aos tratamentos com as espécies leguminosas. Porém, analisando os valores de VE, observa-se que a testemunha apresentou o menor valor, ou seja, a velocidade de emergência de plântulas de milho na testemunha foi maior que os demais tratamentos. No entanto, mesmo as sementes de milho da testemunha tendo emergido em menos dias, estas apresentaram menor porcentagem de emergência (EM%) e conseqüentemente menor estande (número de plantas m⁻²) no final da cultura (Tabela 12), mesmo sem diferir estatisticamente entre os tratamentos.

Tabela 9 Valores médios para velocidade de emergência (VE), porcentagem de emergência (EM %) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho sob tratamentos com cobertura de plantas leguminosas e testemunha. Braganey (PR), 2007/2008

Tratamentos	VE (dias)	EM (%)	IVE (plantas dia⁻¹)
Testemunha	7,92 a	69 a	3,09 a
Mucuna Anã	8,35 a	79 a	3,33 a
F. guandu anão	8,30 a	72 a	2,99 a
Estilosantes	8,34 a	72 a	3,01 a
Coef. de variação (%)	7,33	11,38	19,16
Média geral	8,22	72,95	3,10
Valores de F	0,59 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,34 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra, na colina, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados para % de emergência são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em \sqrt{x} .

A baixa porcentagem de emergência do milho, que variou de 69 a 79%, pode se dever ao fato de que após a semeadura houve estiagem em torno de oito dias, o que pode ter prejudicado o desenvolvimento das sementes.

O atraso na emergência de plântulas expõe as sementes à ação de patógenos de solo por maior período de tempo, o que aumenta a possibilidade de infecção e colonização do eixo embrionário (MACHADO, 2000).

De acordo com RAMOS *et al.* (2008), a deposição da palha sobre o solo ocasiona mudança nas condições químicas, físicas e biológicas do ambiente edáfico, e, dependendo da espécie, pode afetar a emergência e o crescimento das plantas.

Segundo CARVALHO e NAKAGAWA (2000), alterações no ambiente onde as sementes são depositadas podem prejudicar ou favorecer a emergência; isto porque este processo depende da disponibilidade de água e oxigênio, além da temperatura do ambiente.

Nas Figuras 8, 9 e 10 são apresentados os valores médios para velocidade de emergência, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas de milho sob efeito dos tratamentos com leguminosas e testemunha.

Na Figura 8 observa-se que a testemunha demorou menos tempo para emergir, ou seja, apresentou maior velocidade de emergência.

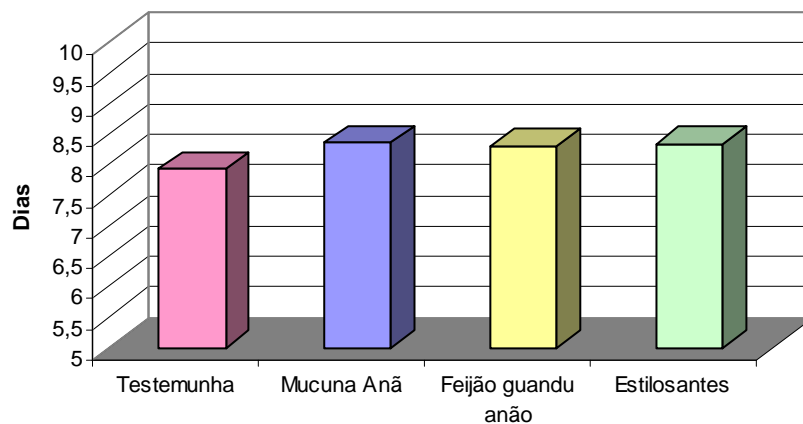


Figura 8 Velocidade de emergência de plântulas de milho cultivadas sobre resíduos dos tratamentos testemunha, mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes. Braganey (PR), 2007/2008.

Na análise de porcentagem de emergência percebe-se que a mucuna anã apresentou os maiores valores, seguida de feijão guandu anão e estilosantes, enquanto a testemunha apresentou o menor valor (Figura 9).

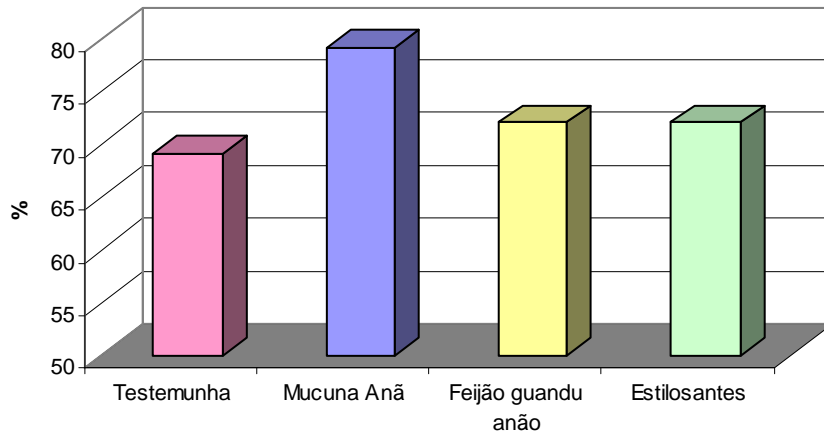


Figura 9 Porcentagem de emergência de plântulas de milho cultivadas sobre resíduos das plantas de cobertura mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes e testemunha. Braganey (PR), 2007/2008.

Para o índice de velocidade de emergência, observa-se que a mucuna anã apresentou maior valor, ou seja, maior número de plântulas emersas por dia (Figura 10), o que pode ser devido ao fato de a espécie proporcionar uma quantidade de cobertura o que acarretaria em maior retenção de água no solo, propiciando melhor desempenho na emergência de plântulas.

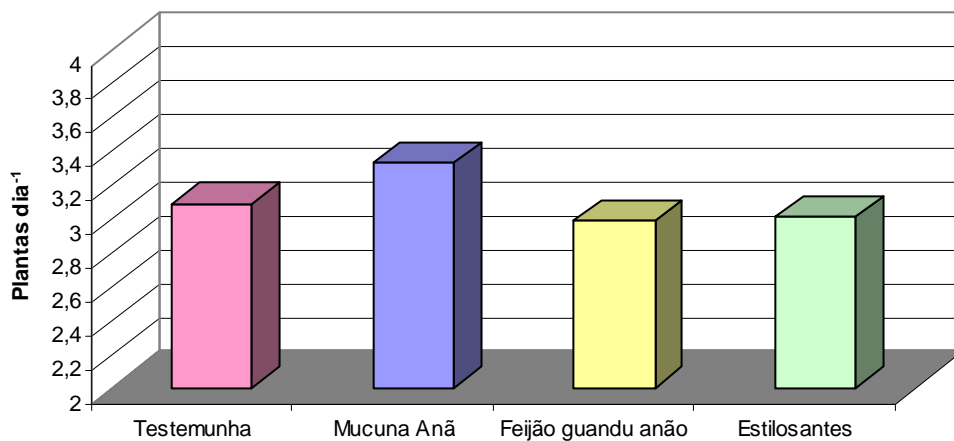


Figura 10 Índice de velocidade de emergência de plântulas de milho sobre resíduos das plantas de cobertura mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, e testemunha. Braganey (PR), 2007/2008.

4.3 Crescimento do milho

Na Tabela 10 é apresentada a estatura média das plantas de milho semeado sobre os resíduos culturais das leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, mais a testemunha, referente a avaliações aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura.

Os valores de estatura média de plantas de milho, na análise do coeficiente de variação mostram que estes foram homogêneos nas três avaliações, aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Tabela 10 Estatura média (cm) das plantas de milho semeado sobre os resíduos culturais das leguminosas, referente a avaliações aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura. Braganey (PR), 2007/2008

Tratamento	Avaliação		
	30 dias	60 dias	90 dias
	----- cm -----		
Testemunha	58,3 a	140,7 b	287,3 a
Mucuna anã	59,5 a	151,1 a	291,8 a
F. guandu anão	60,0 a	154,4 a	287,5 a
Estilosantes	55,2 a	136,8 b	290,8 a
Coef. De variação (%)	9,38	4,70	5,11
Média geral	58	146	289
Valores de F	0,77 ^{ns}	7,43 [*]	0,12 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade.

Não se verifica diferença estatística na estatura das plantas de milho aos 30 e 90 dias após a semeadura. Já aos 60 dias, as plantas apresentaram maior estatura nos tratamentos com feijão guandu anão e mucuna anã, respectivamente – enquanto a testemunha e estilosantes proporcionaram menor estatura (Tabela 10), sem diferirem entre si.

Na Figura 11 são apresentados as três avaliações da estatura de plantas (30, 60 e 90) para cada tratamento (testemunha, mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes). Para melhor visualização, destacando-se que a variação na altura média das plantas de milho ocorreu apenas aos 60 dias após a semeadura.

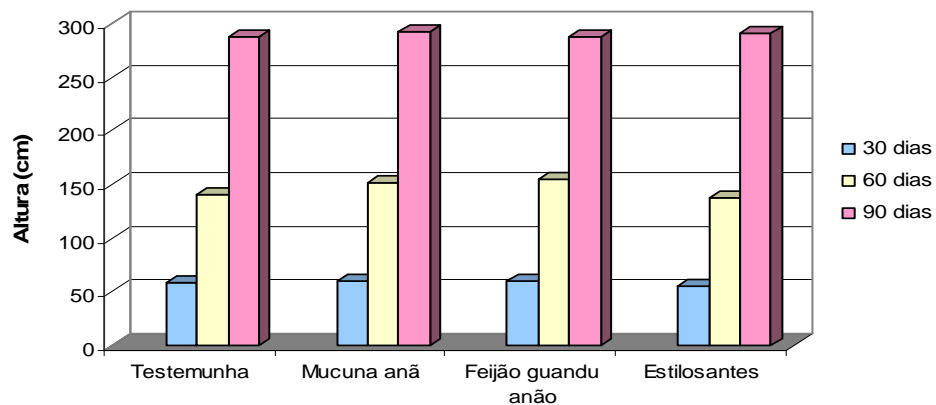


Figura 11 Estatura média (cm) das plantas de milho semeado sobre os resíduos culturais das leguminosas, referente a avaliações aos 30, 60 e 90 dias de desenvolvimento. Braganey (PR), 2007/2008.

Estudos de PASQUALETTO & COSTA (2001) encontraram maior estatura de planta de milho após sucessão com guandu, sem diferir estatisticamente de soja, girassol e milheto. Neste trabalho, aos 30 e 60 dias após a semeadura, o milho, em sucessão ao feijão guandu anão, também apresentou maior estatura.

Na Tabela 11 são apresentados os dados de porcentagem de germinação, vigor determinado pelo teste frio, massa de 100 sementes e teor de água de sementes de milho colhidas sob tratamento com cobertura de leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, mais a testemunha.

Na análise dos coeficientes de variação apresentados na Tabela 11, pode-se afirmar que os dados referentes a porcentagem de germinação, teste frio, massa de 100 sementes e teor de água, foram homogêneos (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Tabela 11 Porcentagem de germinação (%), teste frio (%), massa de 100 sementes (g) e teor de água (%) de sementes de milho colhidas, submetida aos tratamentos de cobertura vegetal com leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008

	Germinação	Teste frio	Massa de 100 sementes	Teor de água
	-----%-----		---g---	---%---
Testemunha	97 a	97 a	40 a	17,0 a
Mucuna anã	97 a	97 a	41 a	16,7 a
F. guandu anão	95 a	94 a	41 a	16,4 a
Estilosantes	98 a	97 a	40 a	17,4 a
Coef. de variação (%)	0,99	1,28	2,46	5,13
Média geral	97	96	45	16,91
Valores de F	1,43 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,27 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados para germinação e teste frio são os obtidos das observações originais seguidos das letras obtidas na comparação de médias com a transformação em \sqrt{x} .

Os dados de qualidade fisiológica de sementes e do teor de água de sementes de milho permitiram observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos, podendo-se inferir que os tratamentos estudados não reduziram a qualidade das sementes (Tabela 11).

Os valores obtidos no teste de germinação e no teste frio, para plântulas anormais e sementes duras, foram baixos e não comprometem a qualidade das sementes, por isso são apresentados apenas os dados de plântulas normais. Tanto para a germinação, como para o teste frio, os tratamentos não diferiram entre si, verificando-se, ligeira redução nas sementes produzidas sob cobertura do solo com feijão guandu anão, mas sem comprometimento da qualidade (Tabela 11). A porcentagem de germinação, para ambos os testes, está dentro dos padrões exigidos para comercialização, isso porque se encontra acima de 80%.

Na Tabela 12 são apresentadas as médias de produtividade de milho cultivado sob os resíduos culturais das leguminosas mucuna anã, feijão guandu anão e estilosantes, além

da testemunha. O coeficiente de variação dos dados de indica média homogeneidade, visto que seu valor está entre 10 e 20% (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Tabela 12 Produtividade de milho e porcentagem relativa entre os tratamentos com resíduos de leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Custos (R\$)*	Estande (21 dias)	Produção relativa %
Testemunha	4777 a	1600,00	21 a	100
Mucuna anã	4956 a	1660,00	24 a	104
F. guandu anão	4831 a	1610,00	22 a	101
Estilosantes	4418 a	1480,00	22 a	92
Coef. de variação (%)	13,47	-	22,63	-
Média geral	4746	-	22,36	-
Valores de F	0,65 ^{ns}	-	0,28 ^{ns}	-

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5 % de probabilidade.

* Sacas de 60 kg

A produtividade do milho não foi afetada pela submissão aos tratamentos, não apresentando diferença estatística. Porém, verificou-se que, em valores absolutos, os tratamentos apresentaram valores diferenciados, os quais podem ser visualizados na Figura 12.

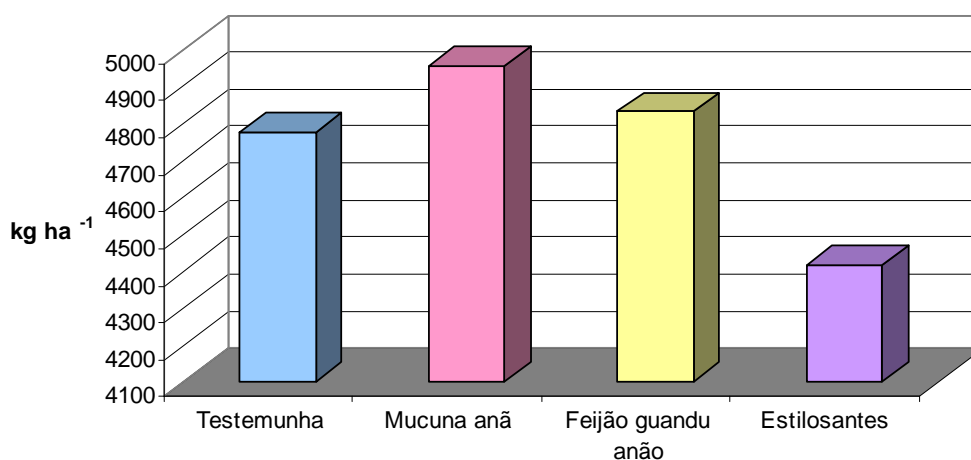


Figura 12 Produtividade de milho cultivado sob resíduos de leguminosas. Braganey (PR), 2007/2008.

Observa-se, numericamente, menor produtividade quando o milho foi cultivado após o estilosantes. Este fato é confirmado na porcentagem em relação à testemunha, em que estilosantes foi o único tratamento em qual se verificou redução na produtividade em relação à testemunha, de 8% (Tabela 13). O feijão guandu anão e a mucuna anã apresentaram aumento na produtividade em relação à testemunha de 1 e 4%, respectivamente.

A testemunha, mesmo apresentando menor porcentagem de emergência (Tabela 9), não teve sua produtividade reduzida em relação aos demais tratamentos, estatisticamente.

Alguns produtores da região utilizaram o híbrido estudado neste trabalho, segundo dados da PIONEER (2009). Obtiveram resultados de produtividade de 5.246, 5.110, 4.472, 3.930 e 2.270 kg ha⁻¹, valores que variaram, provavelmente, em função de fatores ambientais, edafoclimáticos e de manejo da cultura. Os dados de produtividade deste trabalho apresentaram em torno de 4.746 kg ha⁻¹, acima da média da região.

Segundo o IBGE, foram colhidas 18.745.355 t de milho de segunda safra (safrinha) no BRASIL (IBGE, 2008). Na safrinha 2007/2008, o Paraná obteve produção de 5.489.330 t em área de 1.512.078 ha, o que corresponde a aproximadamente 3630 kg ha⁻¹, segundo dados da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB, 2008). Esses dados mostram que a produtividade do milho safrinha, neste experimento, foi acima da média paranaense (Tabela 12).

Na região Oeste do Paraná foram cultivados 525.988 ha na safra 2007/2008 com produção de 1.894.242 t e produtividade de 3.601 kg ha⁻¹ (SEAB, 2008). Verifica-se com os dados de produtividade citados acima que, para a região Oeste do Paraná, todos os tratamentos estudados neste trabalho atingiram valores maiores que a média da região.

Os dados da CONAB (2009) mostram que para o milho de segunda safra 2007/2008, no estado do Paraná, as estimativas de safra foram de 3.527 kg ha⁻¹, valor inferior ao apresentado pelos tratamentos estudados neste trabalho. A saca de 60 kg variou de R\$ 28,00 em dezembro de 2007 até R\$ 17,00 em dezembro de 2008 (CONAB, 2009). Em junho, o preço pago ao produtor pela saca de 60 kg estava em torno de R\$ 20,17 (SEAB, 2009).

Considerando os custos da produção (Tabela 13) observa-se que o tratamento com mucuna anã apresentou ganho de R\$ 60,00 e com feijão guandu anão de R\$ 10,00 por hectare em comparação com a testemunha. Já o tratamento com estilosantes apresentou redução de R\$ 120,00 por hectare. Essas diferenças devem ser consideradas pelo produtor na opção pela cultura de cobertura.

Em estudo semelhante, BERTIN *et al.* (2005) pesquisaram plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. A cultura do milho, em sucessão à crotalária, apresentou maior produção de grãos. A crotalária é uma leguminosa, assim como as espécies de cobertura estudadas neste trabalho.

CARVALHO *et al.* (2007) estudaram a produtividade do milho após cultivo de espécies de cobertura de inverno e observaram que a cobertura de aveia preta + nabo forrageiro proporcionou maior produtividade de grãos de milho que a cobertura com a ervilhaca solteira. Estes resultados demonstram que o uso de plantas de cobertura tem efeitos positivos sobre a cultura comercial.

Em estudos de rotação e sucessão com a leguminosa crotalaria juncea, o resultado de produtividade do milho foi de 8.362 kg ha⁻¹, enquanto a sucessão milho/milho a produtividade foi de 6.806 kg ha⁻¹ (PENTEADO, 2007), comprovando as vantagens de utilização de plantas de cobertura.

BRAZ *et al.* (2006), em estudos na região do Centro-Oeste sobre as coberturas braquiária, milho+braquiária, guandu, milho, mombaça, sorgo e estilosantes, na cultura do trigo, encontraram que as maiores produtividades do trigo foram quando este foi cultivado após as leguminosas, sendo estas guandu e estilosantes. Os autores ainda destacaram que, o uso de leguminosas tem a vantagem de colocar nutrientes prontamente disponíveis para as culturas sucessoras, devido à rápida decomposição dos resíduos.

SUZUKI & ALVES (2004), analisando a produtividade do milho influenciada pelo sistema de preparo do solo e plantas de coberturas, sendo estas mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), milho (*Pennisetum americanum*), crotalaria (*Crotalaria juncea*) e guandu (*Cajanus cajan*), observaram que, quando utilizado o milho como planta de cobertura, o plantio direto proporcionou melhor resposta no rendimento de grãos de milho, comparado ao preparo convencional. As plantas de cobertura, dentro de cada sistema de preparo do solo, não se diferenciaram quanto ao rendimento de grãos de milho.

CARVALHO *et al.* (2004b) estudaram a cultura da soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Centro-Oeste. Entre os adubos verdes estavam o guandu e a mucuna. Os autores concluíram que o cultivo dos adubos verdes na primavera não influencia a produtividade da soja em sucessão, assim como no presente trabalho, em que não houve diferença na produtividade, neste caso, do milho.

Em estudos sobre o fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera, para o milho, em sucessão, nos sistemas de cultivo mínimo e convencional, CERETA *et al.* (1994), observaram que todas as leguminosas estudadas mostraram-se eficazes como fonte de nitrogênio, proporcionando produtividade superior à vegetação espontânea em até 70%. Entre as espécies pesquisadas, está o feijão guandu anão que contribuiu, em média, com 10,7 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

HEINRICHS *et al.* (2005) encontraram produtividade de milho superior, quando este foi cultivado após a leguminosa feijão de porco, 20% maior que a testemunha. O rendimento de grãos de milho não foi influenciado pelo cultivo consorciado com os demais adubos verdes, entre eles, mucuna anã, guandu anão e crotalaria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, foi possível observar em campo, a respeito das plantas leguminosas, que o feijão guandu anão apresentou visível maior quantidade de massa fresca e maior porte, além de ser mais robusta. A mucuna anã apresentou boa cobertura do solo, o ambiente formado pelas plantas estava mais úmido que os demais, possivelmente porque a espécie apresenta porte herbáceo e formou um emaranhado que fez com que a perda de água por evaporação fosse menor. Houve ataque de vaquinha e lagarta durante o desenvolvimento das três espécies. O estilosantes apresentou dificuldade no desenvolvimento inicial, principalmente devido à invasão de trigo, o qual se comportou como espécie invasora, propiciando posterior invasão por outras espécies. Quando a cobertura se estabeleceu, havia reduzido número de invasoras nas parcelas. O estilosantes não sofreu infestação por insetos.

A mucuna anã e o feijão guandu anão apresentaram adaptabilidade na região do experimento, podendo ser utilizadas como plantas de cobertura. O estilosantes, mesmo mostrando desempenho pouco satisfatório, em campo, é um adubo verde com potencial, pois, apresentou eficiente controle de invasoras, o que merece estudos mais aprofundados. Há restrição quanto à adaptação da espécie para o clima e o solo da região.

As espécies de culturas de cobertura utilizadas representam alternativa à adubação verde de inverno, que compromete a cultura do trigo, realizada na região Oeste do Paraná. A utilização de adubação verde de verão ou na entressafra (primavera), garante que a rotação de culturas seja realizada de forma correta, garantindo as vantagens do uso da adubação verde, sendo a rotação de culturas uma ação básica para garantir a viabilidade do sistema plantio direto.

Estudos a respeito do uso da rotação de culturas na região Oeste do Paraná precisam ser ampliados, para que o produtor possa planejar a médio e longo prazo, melhorar as condições e manter a cobertura do solo e, assim, encarar o sistema plantio direto como um sistema sustentável, com reflexos econômicos positivos para a exploração das culturas.

A recomendação da espécie usada para inserção em esquema de rotação e ou de sucessão de culturas deve ser sempre considerada observando-se o histórico da área e às condições edafoclimáticas e fitossanitárias. A otimização da produtividade e lucratividade agrícolas devem ser buscadas, sempre visando à manutenção da biodiversidade e à preservação do ambiente.

Cabe destacar que resultados mais consistentes são obtidos por meio do contínuo fornecimento de material orgânico ao solo a médio e longo prazo, tornando possível a manutenção ou recuperação de sua fertilidade.

6 CONCLUSÕES

Nas condições de realização deste trabalho, pode-se afirmar que, em geral, as plantas leguminosas utilizadas como adubação verde não interferiram no desenvolvimento da espécie cultivada e possuem influência sobre a comunidade invasora, oferecendo alternativa para o manejo integrado de espécies na prática de adubação verde e rotação de cultura no sistema plantio direto.

A escolha da espécie deve considerar o interesse do produtor e os efeitos sobre a cultura. No caso, se o interesse for controle de plantas invasoras, o estilosantes é o mais indicado; se for quantidade de palha, o feijão guandu anão se destaca; mucuna anã apresentou reflexos positivos sobre a cultura do milho, com maior porcentagem de emergência, altura e produtividade. Os efeitos das plantas de cobertura podem ser somados se estas forem utilizadas de forma consorciada, o que merece futuros estudos.

7 REFERÊNCIAS

ALCANTARA, F. A.; FURITNINETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A. MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALMEIDA, F. S; RODRIGUES, B. N. Plantio direto. *In: Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional.* Londrina: IAPAR, p. 341-399, 1985.

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

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

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p. 38-45, 1991.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n.2, p. 175-185, 1995.

AMBROSANO, E. J.; GUIRADO, N.; ANTARELLA, H.; SSETO, R.; MENDES, P.C.D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G.M.B.;SCHAMMAS, E.A.; JUNIOR, I.A.;FOLTRAN, D.E. Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. **Informações Agronômicas**: Potafos, Piracicaba, n.112, p.1-16, 2005.

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>.. Acesso em: 26 jan 2009.

BALBINOT JR., A.A.; BIALESKI, M.; BACKES, R.L. Épocas de manejo de plantas de cobertura do solo de inverno e incidência de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 91-94, 2005.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.;PAVINATO, A. Sistemas de manejo do solo e seus efeitos sobre o rendimento do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.1, 23-28, 1998.

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L.P.; ERNANI, P.R.; ALBURQUEQUE, J.A. Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.469-475, 2003.

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 379-386, 2005.

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

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

BRAZ, A. J. A.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2006.

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

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P.; COSTA, M.B.B.C.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubo verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: ASPTA, 346 p. 1992.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 117 p., 1995.

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

CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L. B.; MASSANORI TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (VELL.) ROHWER). **Acta Botânica Brasília**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 650 p.

CARVALHO, G.J.; FONTANÉTTI, A.; CANÇADO, C.T. Potencial alelopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e mucuna-preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotandus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.3, p.647-651, 2002.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O. SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.

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

CARVALHO, I. Q.; SILVA, M. J. S.; PISSAIA, A.; PAULETTI, V.; POSSAMAI, J. C. Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.2, p.179-184, 2007.

CERETA, C.A.; AITA, A.; BRAIDA, J. A.; PAVINATO, R. L. SALET, R. L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão por sistemas de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 2, 215-220, 1994.

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

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

COOPAVEL – Coopavel Cooperativa Agroindustrial. **Paraná quer retomar técnicas corretas ao plantio direto**. Cascavel, n. 330, p. 8, 2009.

COUSENS, R.; MORTIMER, M. **Dynamic off weed populations**. Cambridge: Cambridge University Press, 332 p., 1995.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Milho: A aplicação da biotecnologia na cultura. **Boletim Informativo**, São Paulo, 4 p., 2007.

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

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

DAVIS, A. S.; LIEBGMAN, M. Nitrogen source influences wild mustard growth and competitive effect on sweet corn. **Weed Science**, Lisboa, n. 49, p. 558-566, 2001.

DHIMA, K. V.; VASILAKOGLU, I. B.; GATSIS, T. D.; PANOU-PHILOTHEOU, E.; ELEFTHEROHORINOS, I. G. Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development. **Field Crops Research**, v. 110, p. 235–241, 2009.

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

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

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Comunicado Técnico 47**, Seropédica, RJ, 8 p., 2000.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Fisiologia do milho. **Circular Técnica 22**, Sete Lagoas, MG, 23 p., 2002.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do milho. **Comunicado Técnico 58**, Sete Lagoas, 10 p, 2002 b.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2000. Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal. **Comunicado Técnico nº61**, 2000, p. 1-8. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/cot/COT61.html>>. Acesso em 7 jun. 2007.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo e uso do estilosantes-campo-grande. **Comunicado Técnico 105**, Campo Grande, 11 p, 2007b.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Correlação entre a composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde visando a elaboração de uma base de dados. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 21**, EMBRAPA Agrobiologia, Seropédica, RJ, 28 p., 2007c.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Rotação de culturas. **Circular Técnica 45**, Londrina, PR, 10 p, 2007d.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/index.htm>>. Acesso em: 22 maio 2008.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.htm>>. Acesso em: 26 jan 2009.

ERASMO, E.A.L.; AZEVEDO, W.R.; SARMENTO, R.A. ; CUNHA, A.M.; GARCIA, S.L.R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.3, p.337-342, 2004.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 20p. (Embrapa-CNPAB. **Documentos**, 42).

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

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 360 p., 2000.

FAVERO, C. ; SILVA, A. G. ; CASTRO, D. M. ; DIAS, L. E. . Produção de biomassa de raízes e de parte aérea de plantas espontâneas e de leguminosas submetidas a substrato compactado.. In: Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas, 4, 2000, Blumenau. 4 simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas – **Resumos...** Blumenau : Sobrade, 2000. v. único. p. CDROM.

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

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

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

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

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado; Porto Alegre, Ed. Artmed, 2004.

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

FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S. **Manejo integrado de plantas invasoras na agricultura orgânica**. Planaltina: DF, Embrapa Cerrados, 2003, 28p.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-

amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1421-1428, 2007.

GARCIA, L. F. Introdução e avaliação de leguminosas para adubação verde em solos arenosos de tabuleiros costeiros do Piauí. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v.28, n.1, p. 93-103. 2002.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A. P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 751-762, 2004.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa v.29, n.1, p. 71-79, 2005.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Prognóstico da produção agrícola nacional**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200812_11.shtm. Acesso em: 16 jan 2009.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Mucuna anã**. 2006. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MucunaAna/MucunaAna.htm>. Acesso em: 18 out. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Procedimentos e determinações gerais. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. **Circular Técnica nº 68**, Londrina: IAPAR, 270 p., 1991.

KARAM, D.; MASCARENHAS, M. H. T.; SILVA, J. B. **A ciência das plantas daninhas na sustentabilidade dos sistemas agrícolas**: palestras apresentadas no XXVI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas e XVIII Congresso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Ouro Preto, MG, 04 a 08 de maio de 2008. Sete Lagoas: SBCPD: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. Milho: critério no controle. **Cultivar** – Grandes culturas. Ano X, n. 105, p. 17-19, 2008b.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Guanabara Koogan, 2ª Ed., Rio de Janeiro, 431 p., 2008.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2º ed. São Paulo – Basf, p.644-649, 1997.

LÁZARO, C. C. M. **Efeito do sombreamento em variedades de *Stylosanthes guianensis***. 2007. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. Disponível em: <http://www.anda.org.br/boletinstecnicos.aspx>.. Acesso em: 26 jan 2009.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa, Plantarum, 220 p. 1982.

LORENZI, H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, p. 183-198, 1984.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 2 ed. Nova Odessa, Plantarum, 220 p. 1986.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 4 ed. Nova Odessa, Plantarum, 299 p. 1994.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 6. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2006, 383 p.

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

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

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

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

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

MEDEIROS, G. B.; CALEGARI, A. Rotação de culturas. *In: Sistema plantio direto com qualidade*. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200 p.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 173-180, 2004.

MESCHEDE, D. K. Relações entre o uso de herbicidas e sustentabilidade. *In: Manejo sustentável na agricultura é discutido em Workshop na Esalq. Informações Agronômicas: Potafos*, Piracicaba, n. 116, 32 p., 2006.

MOREIRA, V. F.; PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; GUEDES, R. E.; COSTA, J. R. Produção de biomassa de guandu em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio. *Seropédica : Embrapa Agrobiologia*, 5 p. 2003. (Embrapa Agrobiologia. **Comunicado Técnico 57**).

MURAOKA, T.; AMBROSANO, E. J.; ZAPATA, F.; BORTOLETTO, M.; MARTINS, A. L. M.; TRIVELIN, P. C. O.; BOARETTO, A. E.; SCIVITTARO, W. B. Eficiência de abonos verdes (*Crotalaria* y *Mucuna*) y urea, aplicado solos o juntamente, como fuentes de n para el cultivo de arroz. **Terra Latinoamericana**, Chapingo, v. 20, n. 1, p. 17-23, 2002.

MUZILLI, O. Manejo do solo em sistema plantio direto. *In: Sistema plantio direto com qualidade*. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006.

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

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

OLIVEIRA, M. L.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.535-539, 2005.

ORTIZ-CEBALLOS A. A.; FRAGOSO B. C.; BROWN, G. Synergistic effect of a tropical earthworm *Balanteodrilus pearsei* and velvetbean *Mucuna pruriens* var. utilis on maize growth and crop production. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p. 356–362, 2007.

PASQUALETTO, A.; COSTA, L. M. Influencia de sucessão de culturas sobre características agronômicas do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, n. 1, p. 61-64, 2001.

PAULUS, G.; MÜLLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. EMATER/RS: Porto Alegre, RS, 2000.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.3, p. 911-920, 2008.

PELLISSARI, A.; MORAIS, A.; BONA FILHO, A.; CARVALHO, P. C. F. Manejo de plantas daninhas em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Anais... I Encontro de integração lavoura pecuária no sul do Brasil**. Pato Branco, CEFET-PR, 2002.

PENTEADO, S. R. **Adubação verde e produção de biomassa**: melhoria e recuperação dos solos. Livros Via Orgânica – Campinas, Sp, P. 164., 2007.

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

PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Andira humilis* MART. ex BENTH na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.18 n. 3, p. 425-430, 2004.

PICCOLO DE LIMA, G. **Manejo de coberturas vegetais na cultura da soja**, 2008, 74f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed., São Paulo: Nobel, 467 p. 1990.

PIONEER. **Resultados de milho safrinha 2008** – PR. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/infotecdownloaddetalhe.aspx?id=195>>. Acesso em: 30 jan 2009.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p., 2001.

RAMOS, P. N.; NOVO, M. C. S. S.; LAGO, A. A.; MARIN, G. C. Emergência de plântulas e crescimento inicial de cultivares de amendoim sob resíduos de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n.1, p. 190-197, 2008.

RAVEN, P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro – RJ, 906 p., 2001.

RESENDE, A.S.; XAVIER, R.P.; QUESADA, D.M.; COELHO, C.H.M.; BODDEY,

R.M.; ALVES, B.J.R.; GUERRA, J.G.M.; URQUIAGA, S. **Incorporação de leguminosas para fins de adubação verde em pré-plantio de cana-de-açúcar**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2000. 18p. (EMBRAPA AGROBIOLOGIA. DOCUMENTOS, 124).

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

RICE, E. L. Allelopathy: an update. **The botanical review**, Bronx, v. 45, p.15-109, 1979.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2 ed. New York: Academic press, 422 p., 1984.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto**: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, Embrapa-SPI; Dourados, Embrapa-CPAO, 1998. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

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

SEAB. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Preços**. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=4128#>>. Acesso em 09 mar 2009.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S. A sinfonia inacabada do plantio direto no Brasil Central. Limites e danos, soluções e perspectivas. **Direto no Cerrado**. Brasília, ano 13, n. 51, p. 8-10, 2008.

SEPROTEC. **Plantas de cobertura de solo: feijão guandu anão**. Disponível em: <<http://www.seprotec.com.br/produtoscoberturafeijaoa.asp>>. Acesso em: 18 out. 2007.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeitos de quantidade de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.223-228, 2001.

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

SILESHI, G.; MOFONGOYA, P. L.; CHINTU, R.; AKINNIFESI, K. F. Mixed-species legume fallows affect faunal abundance and richness and N cycling compared to single species in maize-fallow rotations. **Soil Biology & Technology**, v. 40, n. 12, p. 3065-3075, 2008.

SILVA, C. L. S. P. **Avaliação fisiológica da tolerância ao alumínio e utilização de marcadores moleculares em *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.** 1998. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

SILVA, G. T. A. **Implantação de banco de dados de espécies vegetais para fins de adubação verde no Brasil.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: Seropédica, 63 p., 2006.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.12, p.1755-1761, 2007.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes no limbo foliar de guandu e estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 133-138, 2005.

SKORA NETO, F.; PASSINI, T.; RODRIGUES, B. N. Manejo de plantas daninhas. *In*: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Sistema plantio direto com qualidade.** Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p. 143 – 156.

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

SOUZA FILHO, A. P. S. Alelopatia em agroecossistemas. *In*: SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais.** Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 260 p., 2002.

SOUZA FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 25-32, 2005.

SUZUKI, L. E. A. S; ALVES, M. C. Produtividade do milho (*Zea mays* L.) influenciada pelo preparo do solo e por plantas de cobertura em um Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, no. 1, p. 61-65, 2004.

SZCZEPANSKI, A.J. Allelopathy as a means of biological control of water weeds. **Aquatic Botany**, 3:193-197, 1977.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3ª edição, Editora Artmed, Porto Alegre, 722 p., 2004.

TEIXEIRA, C. M.; ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 691-695, 2004.

TEJADA, M.; HERNANDEZ, M. T.; GARCIA, C. Soil restoration using composted plant residues: effects on soil properties. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 3, p. 389-396, 2008a.

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

REVISTA TERRAVIVA. **Safrinha. Que safrinha?** São Paulo. Editora Iua. Ano 1., n. 0., p. 21. 2008.

TOKURA, L.K; NÓBREGA, L.H.P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.287-292, 2005.

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

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.1, p.1-10, 2004.

VIEIRA JR, P. A. *In*: CASTRO, P. R. C.; KLUNGE, A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGUENTI, A. M.; ADEGAS, F. S.; GAUDÊNCIO, C. A.; VOLL, C. E. A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo. Londrina, EMBRAPA-Soja, 85 p., 2005. (**Documentos 260**).

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

YUNES, R.A.; CALIXTO, J.B. **Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal**. Chapecó: Argos, 524 p., 2001