



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

**INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA SOB MANEJO
NA FLORAÇÃO E MATURAÇÃO NO BANCO DE SEMENTES NO
SOLO DE ESPÉCIES ESPONTÂNEAS**

Raíssa de Araujo Dantas

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA – DF
1º SEMESTRE/2011

Universidade de Brasília
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV

Interferência de plantas de cobertura sob manejo na floração e maturação no banco de sementes no solo de espécies espontâneas

Raíssa de Araujo Dantas
Matrícula: 06/94134

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Prof. Ricardo Carmona
Eng. Agr., Ph.D. in Agriculture, professor da UnB
Orientador

Arminda Moreira de Carvalho
Eng. Agr., Doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Cerrados
Orientadora

Joilson Sodré Filho
Eng. Agr., Mestre em Ciências Agrárias, professor da FACTU - Unai
Examinador Externo

Brasília-DF, 8 de julho de 2011.

Dantas, Raíssa de Araujo

Interferência de plantas de cobertura sob manejo na floração e maturação no banco de sementes no solo de espécies espontâneas / Raíssa de Araujo Dantas; Arminda Moreira de Carvalho; Joilson Sodré Filho – Brasília, 2011. 45 p.

Monografia – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Raíssa de Araujo Dantas

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Interferência de plantas de cobertura sob manejo na floração e maturação no banco de sementes do solo de espécies espontâneas

Ano: 2011

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Raíssa de Araujo Dantas

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sydney e Elaine, por toda a dedicação, companheirismo e amor, por estarem ao meu lado em todas as minhas realizações incondicionalmente.

A minha irmã, Larissa, que sempre foi minha inspiração, pela amizade e pelos conselhos.

Ao meu namorado, Guilherme, pelos anos de amor, dedicação e parceria.

A minha orientadora Arminda Moreira de Carvalho, pela amizade e por todo o conhecimento transmitido no período de estágio na Embrapa Cerrados.

Ao meu co-orientador, Joilson Sodré Filho, por ser o grande idealizador desse trabalho.

Ao professor Ricardo Carmona, pela atenção e pelos bons conselhos.

A equipe de apoio de campo da Embrapa Cerrados, em especial, ao Edson e Edinho, pela ajuda na execução do experimento.

Aos companheiros de estágio, Olívia e João Paulo, pela ajuda na amostragem, montagem e tratamento dos dados do experimento.

Aos professores da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, pelo conhecimento transmitido e por contribuírem para minha formação acadêmica.

Aos amigos da época da escola, em especial a Luiza e a Ândrea, por serem tão fundamentais na minha vida.

Aos amigos da Agronomia, pelos melhores anos da minha vida, Adriene, Augusto, Carlos Roberto, Claudio, Fábio, Fabiano, Franque, Guilherme Firmino, Guilherme Rennó, Gustavo, Izadora, Jean, João Paulo, Leandro, Lucas Côrtes, Marcos Túlio, Mariana, Olívia, Ricardo, Rodrigo Daniel e Victor.

Ofereço esta monografia à minha querida Mina,
que nos deixou recentemente,
pela amizade e fidelidade.

INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA SOB MANEJO NA
FLORAÇÃO E MATURAÇÃO NO BANCO DE SEMENTES NO SOLO DE
ESPÉCIES ESPONTÂNEAS

RESUMO – Avaliou-se o efeito de plantas de cobertura, com manejo na floração e maturação, sobre o banco de sementes de plantas daninhas no solo. Foi realizada amostragem de solo em área experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF. O solo foi colocado em bandejas plásticas, que foram irrigadas diariamente para induzir a germinação das sementes de plantas daninhas. A observação da germinação e contagem das plântulas foi realizada durante oito meses. As espécies de maior ocorrência observadas no banco de sementes foram: *Digitaria sanguinalis*, *Oxalis corniculata*, *Ageratum conyzoides*, *Euphorbia hirta* e *Conyza bonariensis*. O maior número de plântulas germinadas total ocorreu no cultivo de nabo-forrageiro e o menor ocorreu nas parcelas de braquiária ruziziensis, crotalária juncea, sorgo BRS 304 e trigo. O tipo de manejo adotado, na floração ou na maturação, não influenciou na dinâmica populacional de espécies espontâneas do solo. Os resultados obtidos mostraram que a fitomassa de plantas de cobertura controla eficientemente a germinação do banco de sementes de espécies espontâneas do solo.

Palavras-chave: 1. plantio direto; 2. plantas daninhas; 3. *Brachiaria ruziziensis*; 4. *Crotalaria juncea*; 5. *Sorghum bicolor*; 6. *Triticum aestivum*

SUMÁRIO

CESSÃO DE DIREITOS	3
AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3.1 Plantio direto	8
3.2 Plantas de cobertura	9
3.2.1 Espécies de plantas de cobertura	11
3.3 Plantas daninhas	17
3.3.1 Banco de sementes de plantas daninhas.....	19
3.3.2 Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas.....	20
3.3.3 Manejo de plantas daninhas sob sistema plantio direto	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
Caracterização da área.....	22
4.1 Experimento com plantas de cobertura.....	23
4.2 Experimento com banco de sementes	24
4.3 Análise estatística dos dados	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÕES	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
8. ANEXOS	44

1. INTRODUÇÃO

A busca por práticas agrícolas que minimizem os riscos ao ecossistema e melhorem a produtividade agrícola de forma sustentável é essencial no contexto do agronegócio mundial.

As plantas de cobertura são um componente essencial em sistemas agrícolas, principalmente em plantio direto e em consórcio com culturas (ALVES *et al.*, 2009). O cultivo dessas espécies promove a diversidade biológica dos agroecossistemas de Cerrado, aumenta a fitomassa vegetal dos sistemas de produção, incrementa a quantidade e melhora a qualidade da matéria orgânica do solo, recicla mais eficientemente os nutrientes e proporciona cobertura do solo na entressafra (BURLE *et al.*, 2006).

Além de todos os benefícios citados, as plantas de cobertura também são utilizadas no manejo e controle de espécies invasoras. A adoção do sistema plantio direto, que utiliza das plantas de cobertura na formação de palhada, não só reduz o banco de sementes do solo como melhora suas características físico-químicas e biológicas. Essas espécies podem exercer efeito inibitório através de aleloquímicos ou reduzir a incidência de plantas invasoras por meio da competição. A cobertura morta cria condições para a instalação de uma densa e diversificada microbiota, que é responsável pela eliminação de sementes dormentes por meio da deterioração e perda de viabilidade (SILVA *et al.*, 2009a).

1. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes espécies de plantas de cobertura, sob manejo na floração e maturação, sobre o banco de sementes do solo de espécies espontâneas no período da entressafra no Cerrado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PLANTIO DIRETO

O sistema plantio direto (SPD) é uma prática conservacionista do solo que consiste na sequência e rotação de culturas visando, principalmente, à maior eficiência na ciclagem de nutrientes e à formação de palhada (CARVALHO, 2008).

A adoção desse sistema também permite a dissipação de energia das gotas de chuva e, conseqüentemente, redução da incidência de erosão, que resulta em menores perdas de solo e nutrientes (SODRÉ FILHO *et al.*, 2004). O uso de cobertura morta no

SPD pode ainda reduzir o banco de sementes de plantas daninhas no agroecossistema (SILVA *et al.*, 2009a) e conseqüentemente a densidade populacional dessas espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2000). O elevado custo de combustível e manutenção de implementos agrícolas e os problemas de compactação em virtude do trânsito excessivo de máquinas também são razões para o uso do sistema de manejo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2008).

As primeiras tentativas de implantação do sistema de plantio direto no Brasil ocorreram no sul do país, no início da década de 70 (GAZZIERO *et al.*, 2001). Desde então, têm se expandido pelas diversas regiões do país. No Bioma Cerrado vem ocupando cada vez mais extensas áreas. Na safra de 2000/2001 a área total cultivada no sistema de plantio direto foi de 17,4 milhões de hectares, sendo 28% localizados na região dos Cerrados (AGUIAR *et al.*, 2006).

A principal dificuldade com relação ao sistema plantio direto no Cerrado está relacionada à rápida mineralização dos resíduos da palhada, em função das altas temperaturas e umidade, característica do clima quente e úmido no verão e seco no inverno (FERNANDES *et al.*, 1998). A definição de espécies sucessoras com elevada produtividade de fitomassa para cobertura do solo aliada à escolha da época correta de semeadura é um dos fatores que determinam o sucesso do SPD (OLIVEIRA *et al.*, 2002; TIMOSSI *et al.*, 2007).

Outro fator de grande relevância no estabelecimento do sistema plantio direto é o controle de plantas invasoras. O manejo de plantas daninhas no início era um entrave à implementação do sistema, porém, com o avanço das pesquisas com herbicidas, foi possível controlar a infestação antes da semeadura da cultura (GAZZIERO *et al.*, 2001). Em culturas anuais como o milho, semeadas no sistema plantio direto, com coberturas mortas de lenta decomposição e com presença de aleloquímicos, há possibilidade de redução ou até mesmo supressão do uso de defensivos agrícolas (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Portanto, a adoção de métodos de controle de plantas daninhas que minimizem ou dispensem o uso de herbicidas é desejável para tornar a atividade agrícola ambientalmente correta (KARAM *et al.*, 2006).

2.2 PLANTAS DE COBERTURA

As plantas de cobertura constituem importante prática agrícola no sistema plantio direto, pois atuam na proteção do solo contra à erosão, incrementam os teores de

matéria orgânica, contribuem com a ciclagem de nutrientes, controlam plantas invasoras e promovem economia de água e fertilizantes (CARVALHO *et al.*, 2010)

A recomendação de plantas de cobertura, tanto gramíneas quanto leguminosas, depende da persistência dos resíduos vegetais, que influenciam na manutenção da cobertura e nas propriedades físicas, químicas e biológicas desses solos, além de reduzir a suscetibilidade à erosão (PIRES, *et al.*, 2008). Fatores relacionados à composição química do material vegetal (teores de celulose, hemiceluloses e lignina) são relevantes para o estabelecimento de cobertura na superfície do solo e ciclagem de nutrientes (CARVALHO *et al.*, 2010)

No Bioma Cerrado, a escolha da planta de cobertura está diretamente relacionada às condições climáticas da região, caracterizada por apresentar longo período de seca. Essas plantas devem apresentar crescimento inicial rápido, tolerância à deficiência hídrica, alta produção de fitomassa e benefícios ao sistema agrícola (CARVALHO & SODRÉ FILHO, 2000). Segundo Suzuki e Alves (2006), em sistemas de manejo de resíduos, a planta de cobertura deve satisfazer exigências como ser de fácil estabelecimento; ter rápida taxa de crescimento, bem como fornecer rápida cobertura ao solo; produzir quantidade suficiente de massa seca para a manutenção de resíduos; ser resistente à doenças e não atuar como hospedeira de doenças da cultura econômica; ser fácil de controlar e ser economicamente viável.

Um fator limitante ao uso de plantas de cobertura em áreas de Cerrado é a época de semeadura, visto que o produtor não pode deixar de cultivar sua área com culturas comerciais (AMABILE *et al.*, 2000). A semeadura antecipada da cultura comercial e o uso de cultivares de ciclo rápido são estratégias adotadas para que a semeadura de plantas de cobertura seja realizada no fim do período chuvoso (ALVARENGA *et al.*, 2001).

Existem tanto gramíneas quanto leguminosas com potencial para planta de cobertura. As gramíneas possuem maior volume de raízes, melhorando a porosidade e a agregação do solo, além de representar alternativa mais adequada na associação com leguminosas comerciais. A razão C/N mais elevada dessa família de plantas pode implicar em maior permanência dos seus resíduos na superfície (CARVALHO & AMABILE, 2006).

Uma das principais contribuições das leguminosas condicionadoras de solo é que, além de propiciarem a cobertura, essas espécies apresentam potencial de fixação de N₂ atmosférico em simbiose com microrganismos do gênero *Rhizobium*. Com a

decomposição dos resíduos vegetais, o N orgânico será mineralizado e absorvido pela cultura de sucessão (AITA *et al.*, 2001). O sistema radicular profundo e a razão C/N favorável à decomposição também são parâmetros considerados importantes no uso das leguminosas condicionadoras do solo (CARVALHO & AMABILE, 2006).

Os teores de lignina, celulose e hemiceluloses também são parâmetros fundamentais a serem considerados no estabelecimento de cobertura do solo e na ciclagem de nutrientes. Espécies como guandu e mucuna-preta são leguminosas com teores elevados de lignina e decomposição mais lenta, enquanto braquiária ruziziensis e milho são gramíneas com teores mais baixos de lignina em seu tecido e por isso apresentam decomposição acelerada de seus resíduos vegetais (CARVALHO *et al.*, 2011).

2.2.1 ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA

Braquiária ruziziensis

A braquiária ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*) é uma gramínea perene originária da África, de crescimento cespitoso e menos agressiva que a *B. decumbens* com relação ao manejo.

As espécies do gênero *Brachiaria*, em especial a *B. ruziziensis*, aparecem como alternativas viáveis para o sistema plantio direto, uma vez que formam grande quantidade de palhada, mesmo em condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento (TIMOSSI *et al.*, 2006). Segundo Timossi *et al.* (2007), as espécies de braquiária se destacam pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, são de fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano todo, proporcionando excelente cobertura para o solo.

As forrageiras tropicais, em especial a *B. ruziziensis* tem sido estudadas em consórcio com o milho safrinha, apresentando bons resultados como opção de cobertura do solo (DEBIASI *et al.*, 2009).

As braquiárias, segundo Adegas *et al.* (2010), foram eficientes na formação de palhada (acima de 11 t ha⁻¹), sendo promissoras para o sistema plantio direto, com formação de densa cobertura do solo e conseqüente supressão do desenvolvimento de plantas daninhas.

Essa espécie de planta de cobertura apresenta boa produção de biomassa, chegando a acumular 4,8 t ha⁻¹ na entressafra em manejo com corte na maturação na região dos Cerrados. Sua decomposição é mais acelerada se comparada com outras

gramíneas, o que se deve, principalmente, ao baixo teor de lignina em sua composição (CARVALHO *et al.*, 2011).

Crotalária juncea

A crotalária juncea (*Crotalaria juncea L.*) é uma leguminosa subarbuscular de ciclo anual originária da Índia e Ásia tropical. É utilizada como adubo verde no Cerrado, além de apresentar potencial para cobertura de solo no sistema plantio direto (BURLE *et al.*, 2006).

Por ser leguminosa, a *C. juncea* se destaca pela simbiose com bactérias fixadoras de N₂, que resulta em aporte de quantidades significativas desse nutriente no sistema solo-planta (PERIN *et al.*, 2003). Segundo Calegari (1995), essa espécie pode fixar de 150 a 165 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A *C. juncea* têm como característica boa produção de fitomassa, chegando a acumular 17 t ha⁻¹ de matéria seca no período chuvoso no Cerrado de Goiânia (AMABILE *et al.*, 1996). Em experimento conduzido na Embrapa Cerrados, foram obtidos até 3 t ha⁻¹ de matéria seca na entressafra (CARVALHO *et al.*, 2011).

A principal vantagem dessa espécie é a sua acelerada velocidade de crescimento resultando em rápida cobertura do solo com efeito supressor às plantas invasoras, além de promover liberação mais rápida da área para plantio da cultura comercial. É boa recicladora de nutrientes e eficiente no controle de nematóides (BURLE *et al.*, 2006).

A crotalária-juncea apresenta decomposição mais lenta, devido ao alto teor de hemiceluloses, celulose e lignina (CARVALHO *et al.*, 2011).

Feijão-bravo-do-ceará

O feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis M. e Benth*) é uma leguminosa herbácea, de ciclo anual ou bianual originária da América do Sul e Central (BURLE *et al.*, 2006). É de clima tropical e subtropical, caracterizada pela alta resistência à seca. É uma espécie rústica, se desenvolvendo bem em solos ácidos e de baixa fertilidade (CALEGARI *et al.*, 1993).

A elevada produção de fitomassa dessa espécie e capacidade de rebrotação contribuem para uma boa cobertura do solo e para o controle de plantas invasoras (SODRÉ FILHO *et al.*, 2004). Estudos na região do Cerrado obtiveram produção de fitomassa de 7,6 t ha⁻¹ de matéria seca quando cultivada no período chuvoso e 5,8 t ha⁻¹ de matéria seca quando cultivada no final da estação chuvosa (BURLE *et al.*, 2006). Em

experimento conduzido na Embrapa Cerrados no período da entressafra, obteve-se 4,8 t ha⁻¹ de matéria seca (CARVALHO *et al.*, 2011).

Favero *et al.* (2000), em estudo com outras leguminosas, constatou que o feijão-bravo-do-ceará apresenta maior produtividade de matéria seca e maior acúmulo de nutrientes, destacando-se dentre as espécies estudadas, como a mais promissora em termos de produção de fitomassa e ciclagem de nutrientes.

O feijão-bravo-do-ceará apresenta alto teor de componentes estruturais (hemiceluloses, celulose e lignina) em sua composição, apresentando decomposição lenta se comparado a outras leguminosas (CARVALHO *et al.*, 2011).

Guandu cv. mandarim

O guandu cv. Mandarim (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) é uma leguminosa arbustiva, de ciclo anual, bianual ou semiperene, originária da Índia e África Tropical Ocidental (CALEGARI *et al.*, 1993). É uma das leguminosas forrageiras mais semeadas nas regiões tropicais e subtropicais, até mesmo em regiões áridas e semi-áridas, sendo encontrada desde o nível do mar até 1800 m de altitude (BURLE *et al.*, 2006).

Apresenta resposta quantitativa ao florescimento em dias curtos e também ao termoperíodo, como a maioria das leguminosas tropicais (SUMMERFIELD & ROBERTS, 1985). É pouco exigente em relação à fertilidade do solo, se desenvolvendo bem em solos com pH variando entre 5,0 e 8,0 (JOHANSEN, 1990).

O guandu é uma espécie leguminosa que apresenta nodulação eficiente, porém apresenta poucos nódulos em solos de primeiro cultivo, sendo necessária a inoculação nesse caso (VARGAS *et al.*, 2002).

Essa espécie possui rendimento de matéria seca entre 2 a 10 t ha⁻¹ e acúmulo de N variando entre 43 a 288 kg/ha (BORKERT *et al.*, 2003). Na entressafra em região do Cerrado, a produção de matéria seca é elevada, principalmente no manejo na maturação. O alto teor de lignina na composição explica em parte a decomposição lenta do material vegetal (CARVALHO *et al.*, 2011).

Milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) é uma gramínea de ciclo anual utilizada como planta de cobertura e forrageira de verão originária da África (CALEGARI *et al.*, 1993).

Essa espécie de cobertura utilizada no sistema de plantio direto se destaca devido ao acúmulo de nutrientes, além da boa produção de fitomassa em curto período de tempo (BRAZ *et al.*, 2004).

Apresenta boa adaptação ao Cerrado brasileiro, que é caracterizado por solos de baixa fertilidade e por longo período de estiagem. Essa adaptabilidade se deve à sua alta capacidade de tolerar déficit hídrico prolongado e ao seu sistema radicular profundo, que permite a extração dos nutrientes (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

A produção de fitomassa de milheto é bastante variável no Cerrado do Brasil Central, devido aos efeitos do estresse hídrico resultante da má distribuição de chuvas (BURLE *et al.*, 2006). Lara Cabezas *et al.* (2004) obtiveram produção de 5,2 t ha⁻¹ de matéria seca em experimento conduzido em área de Cerrado em Uberlândia (MG). Suzuki & Alves (2006) verificaram produção de matéria seca do milheto superior a 11 t ha⁻¹ em experimento no Cerrado sul-matogrossense. Carvalho *et al.* (2011) obtiveram valores elevados de produção de matéria seca no período seco no Cerrado, principalmente no manejo com corte na floração (6 t ha⁻¹ de fitomassa).

Essa espécie apresenta decomposição lenta, porém outras gramíneas, como o sorgo, possuem palhada mais persistente no solo.

Com o rápido estabelecimento e desenvolvimento do milheto observou-se, em experimento conduzido em Selvíria-MS, uma diminuição na incidência de plantas daninhas (SUZUKI & ALVES, 2006).

Mucuna-preta

A mucuna-preta (*Mucuna aterrima* L.) é uma espécie leguminosa de ciclo anual originária do Sudeste da Ásia e difundida em países tropicais (BURLE *et al.*, 2006).

Essa espécie de cobertura apresenta desenvolvimento vegetativo eficiente e acentuada rusticidade, adaptando-se bem às condições de deficiência hídrica e de altas temperaturas da região dos Cerrados (AMABILE *et al.*, 2000). Apresenta baixa ou nula sensibilidade ao fotoperíodo e ao déficit hídrico (AMABILE *et al.*, 1996).

Desenvolve-se bem em solos argilosos a arenosos e arejados, tolera acidez e não é exigente em fertilidade do solo (CALEGARI *et al.*, 1993).

As espécies de mucuna estão, também, entre os grupos de leguminosas que apresenta nodulação eficiente com as estirpes nativas de rizóbio, porém apresentam poucos nódulos em solos de primeiro cultivo, sendo necessária a inoculação nesse caso (VARGAS *et al.*, 2002).

Amabile *et al.* (1996) verificaram estabilidade de produções de fitomassa em três diferentes épocas de semeadura em áreas do Cerrado de Goiás, sendo que a produção de matéria seca foi de 4,8; 5,3 e 4,5 t ha⁻¹ para semeaduras em novembro, janeiro e março respectivamente. Carvalho *et al.* (2011) obtiveram valores elevados de produção de matéria seca no período seco no Cerrado, principalmente no manejo com corte na maturação (4,5 t ha⁻¹ de fitomassa).

Essa espécie leguminosa apresenta elevado teor de lignina em sua composição, o que justifica a persistência do material vegetal no solo (CARVALHO *et al.*, 2011).

A mucuna é umas das plantas de cobertura que apresentam potencial na supressão da emergência de espécies invasoras, seja pela sua agressividade como barreira física ou pelo efeito alelopático que essa exerce, inibindo o crescimento dessas, prevalecendo desde o início do ciclo até o seu final (LORENZI, 1984; MEDEIROS, 1989).

Nabo-forrageiro

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) é uma planta crucífera anual originária da Ásia (CALEGARI *et al.*, 1993).

A espécie caracteriza-se pelo crescimento inicial rápido, e aos 60 dias após a emergência promove a cobertura de 70% do solo (CALEGARI, 1990).

O nabo forrageiro tem sido empregado nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil e no Estado de São Paulo, como material para adubação verde de inverno e planta de cobertura, em sistemas de cultivo conservacionistas como o plantio direto e o cultivo mínimo (CRUSCIOL *et al.*, 2005).

Aita & Giacomini (2003) obtiveram, em experimento conduzido em Santa Maria – RS, produção de matéria seca do nabo forrageiro de 3,72 t ha⁻¹. Carvalho *et al.* (2011) obtiveram 4,4 t ha⁻¹ em área de Cerrado do Distrito Federal no período seco. A decomposição dessa espécie de cobertura é acelerada, permitindo que o solo fique exposto mais rapidamente (CARVALHO *et al.*, 2011).

Por apresentar crescimento inicial acelerado, essa espécie é capaz de controlar a emergência de plantas invasoras. No Cerrado do Brasil Central foi observado que o nabo forrageiro, mesmo com baixa produção de fitomassa, exerce bom controle de invasoras, evidenciando a presença de substâncias alelopáticas (BURLE *et al.*, 2006)

Sorgo cv. BR 304

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea de clima quente originária da África. Essa espécie é uma excelente alternativa como cultura de cobertura de inverno para estabelecimento de palhada no sistema plantio direto, em função da sua resistência às condições de déficit hídrico, com elevada capacidade de aproveitamento da água e conversão em matéria seca (MAGALHÃES *et al.*, 2000).

As condições ambientais principalmente, temperatura, água e comprimento do dia, interferem na resposta do sorgo. Há diferentes temperaturas ótimas para a cultura do sorgo que variam com a cultivar. Essa espécie tem habilidade de manter-se dormente durante o período de seca e retorna o crescimento com o fim do estresse a que foi submetida (SANS *et al.*, 2003).

Torres *et al.* (2008) obtiveram, em experimento conduzido em Uberaba - MG, valores de fitomassa seca de 7,1 t ha⁻¹. Calvo *et al.* (2010) obtiveram valores semelhantes no corte após 90 dias da semeadura, em experimento conduzido em Presidente Prudente - SP. Carvalho *et al.* (2011) obtiveram 9,3 t ha⁻¹ em área de Cerrado do Distrito Federal no período seco, quando as plantas foram manejadas na floração.

A decomposição dessa espécie de cobertura é lenta, apesar de não apresentar alto teor de lignina em sua composição (CARVALHO *et al.* 2011).

A palhada de sorgo se mostra eficiente no controle de plantas invasoras. Mateus *et al.* (2004) constataram que o aporte de 5 t ha⁻¹ de palhada de sorgo proporcionou um controle de 66, 54 e 56% de gramíneas, folhas largas e no total de plantas, respectivamente, enquanto que o aporte de 15 t ha⁻¹ de palhada controlou em 95, 90 e 90% a incidência de gramíneas, folhas largas e total de plantas, respectivamente, quando comparados à ausência de palhada. Esse controle é associado à competição que a palhada exerce sobre as espécies invasoras, substâncias alelopáticas e favorecimento da fauna predadora do solo.

Trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma gramínea anual de inverno. É a segunda maior cultura de cereais do mundo, inferior apenas à cultura do milho. Desenvolve-se bem em temperaturas em torno de 20° C e o frio ou calor severo podem causar danos ao trigo no estágio reprodutivo, em que a temperatura ótima é na faixa de 18 a 24 ° C (FONTANELI *et al.*, 2009).

Com o uso do trigo como planta de cobertura em sistema de plantio direto, o produtor pode obter outra receita na entressafra, enquanto que outras espécies são usadas apenas para o propósito de formação de palhada.

Carvalho *et al.* (2011) obtiveram rendimento de matéria seca de 0,92 t ha⁻¹ com corte no período da floração e 2,28 t ha⁻¹ com corte no período de maturação da planta. Essa espécie apresenta crescimento acelerado e rápida mineralização do material vegetal (CARVALHO *et al.*, 2011).

2.3 PLANTAS DANINHAS

São atribuídos diversos conceitos ao termo “plantas daninhas” ou “plantas invasoras”, porém o mais comum afirma que são espécies que crescem em locais onde não são desejadas (ZIMDHAL, 1993).

No processo evolutivo, essas espécies adquiriram grande agressividade, caracterizada por elevada e prolongada capacidade de produção de sementes e estruturas vegetativas dotadas de alta viabilidade e longevidade, que são capazes de germinar de maneira descontínua. Com isso, as plantas invasoras desenvolveram mecanismos especiais que conferem grande habilidade de sobrevivência em agroecossistemas (PITELLI & DURIGAN, 2001).

Dentre os mecanismos de sobrevivência, a dormência é um dos mais importantes. Essa habilidade permite que as sementes de plantas daninhas permaneçam viáveis no solo por meses ou anos, até que alguma condição ambiental atue nos mecanismos fisiológicos que desencadeiam a germinação (VIVIAN *et al.*, 2008). A alelopatia também é considerada como mecanismo de adaptação às condições ambientais. Os aleloquímicos são metabólitos secundários que representam vantagem evolutiva contra ação de microrganismos, vírus, insetos e outros patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento e desenvolvimento das plantas (WALLER, 1999).

Essas plantas necessitam, assim como as plantas cultivadas, de água, luz, calor, gás carbônico, oxigênio e nutrientes para completar seu ciclo de vida. Esses fatores do ambiente podem ser limitados com a presença das culturas comerciais, gerando competição no agroecossistema (SILVA *et al.*, 2009b). As sementes viáveis e não dormentes germinam quando há disponibilidade de água, oxigênio, temperatura e, em alguns casos luz (CASTRO & VIEIRA, 2001).

As plantas invasoras são responsáveis por cerca de 20-30% do custo de produção de uma lavoura e os danos causados podem ser diretos, como a redução da produtividade da cultura, redução da qualidade do produto, impedimento na certificação de lote de sementes e intoxicação de animais domésticos, e podem ser indiretos, como plantas hospedeiras de organismos nocivos às espécies cultivadas (SILVA *et al.*, 2009b).

Os efeitos negativos observados no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade da cultura comercial, resultantes da presença de plantas daninhas, não devem ser atribuídos somente à competição, mas também as pressões ambientais de ação direta, como a alelopatia e a interferência humana na colheita, além da própria competição. Esse efeito total denomina-se interferência (KARAM & MELHORANÇA, 2002).

Pitelli (1985), citado por Kuva *et al.*(2007), afirma que o grau de interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas pode ser definido como a redução percentual da produção econômica provocada pela convivência com a comunidade infestante. Esse grau de interferência depende de fatores ligados à própria cultura (espécie e variedade, espaçamento e densidade de plantio), à comunidade infestante (composição florística, densidade e distribuição) e à época e extensão do período de convivência, podendo, ainda, ser influenciado pelas condições edáficas, climáticas e pelos tratos culturais.

Existem diversos métodos de controle de plantas invasoras e é necessário estabelecer prioridades entre as espécies para determinar o método a ser adotado. As espécies predominantes, pela sua abundância e nocividade, deverão receber uma atenção especial, concentrando os esforços para o seu controle (KUYVA *et al.*, 2007).

As alternativas de controle de plantas daninhas incluem os métodos preventivo, cultural, mecânico, biológico e químico. No entanto, para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, é importante a integração de medidas de controle com as características do solo e do clima e com os aspectos socioeconômicos do produtor (SILVA *et al.*, 2009a).

O controle preventivo consiste em evitar a introdução ou a disseminação de plantas daninhas nas áreas de produção. O controle cultural visa aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das plantas daninhas por meio de técnicas como maior densidade de semeadura, uso de cobertura morta e rotação de culturas. O controle químico consiste na utilização de herbicidas registrados no Ministério da Agricultura. O

controle físico ou mecânico consiste no arranquio ou corte das plantas daninhas, que pode se manual ou mecanizado (KARAM *et al.*, 2006)

2.3.1 BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS NO SOLO

A alta produção de sementes é um dos principais mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas em ambientes perturbados (CARMONA, 1995). Essa alta produção forma uma reserva de sementes e propágulos tanto em profundidade quanto na superfície, constituindo a origem do ciclo de vida das espécies de plantas invasoras (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA *et al.*, 1991) e essa reserva é denominada banco de sementes. O banco de sementes é constituído de sementes vivas, presentes no solo ou associadas a restos vegetais (SIMPSON *et al.*, 1989).

A magnitude e as composições botânicas do banco de sementes são variáveis em função dos distintos habitats. A densidade e variabilidade de espécies de um povoamento de sementes no solo, em determinado momento, são o resultado do balanço entre entrada de novas sementes e perdas por germinação, deterioração, parasitismo e transporte (CARMONA, 1992).

O método mais utilizado na determinação do número de sementes do banco é a coleta de amostras de solo, colocadas em lugar apropriado, como casas de vegetação, permitindo que as sementes germinem (ROBERTS, 1981), embora essa técnica não determine com exatidão (CAETANO *et al.*, 2001).

Carmona (1995), em experimento conduzido na região dos Cerrados, realizou estimativas das magnitudes dos bancos de sementes de diferentes sistemas de manejos e culturas. Na área de rotação de culturas anuais foram estimadas 6.768 sementes m^{-2} , na várzea 22.313 sementes m^{-2} , na coroa de pomar de citros 3.595 sementes m^{-2} e na área de pastagem 529 sementes m^{-2} . As diferenças de quantidade de sementes foram associadas às diferenças entre áreas com menor e maior frequência de distúrbio no ambiente.

Em áreas agrícolas, o banco de sementes é comparativamente maior do que em áreas não agrícolas de baixo distúrbio ambiental, devido à estratégia das plantas invasoras de produzir grandes quantidades de sementes em ambientes de alto distúrbio (MONQUERO & CHRISTOFFOLETI, 2005).

Os levantamentos de espécies invasoras, através de amostragens do banco de sementes do solo, devem permitir a identificação e a quantificação da flora infestante,

bem como a determinação de sua evolução. Essas informações podem ser utilizadas na predição da necessidade de controle (VOLL *et al.*, 1995).

2.3.2 DINÂMICA DO BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS NO SOLO

A dinâmica populacional de plantas daninhas refere-se às mudanças na composição da comunidade infestante no tempo, considerando o número e a dominância relativa de cada espécie no agroecossistema (ZELAYA *et al.*, 1997)

O conhecimento dessa dinâmica envolve o estudo da biologia das espécies, incluindo informações do ciclo de vida e suas interações com as plantas cultivadas, com as quais competem por água, luz, espaço e nutrientes (VOLL *et al.*, 2005).

A dinâmica do banco de sementes varia conforme a espécie, condições da semente, ocorrência de predadores e fatores ambientais (CARMONA, 1995), resultando da conjugação desses aspectos aliados aos constantes ingressos de sementes. A redução do banco de sementes se deve principalmente as perdas por germinação, deterioração, predação e transporte (CARMONA & VILLAS BÔAS, 2001). O ingresso de sementes pode ocorrer por meios próprios ou com auxílio de agentes externos, como água, vento, animais e pelo homem (MONQUERO & CHRISTOFFOLETI, 2005).

Cada espécie de planta invasora possui uma forma particular de dispersão que interfere grandemente no posicionamento das sementes no solo (CARMONA, 1992). A distribuição dessas plantas apresenta elevada variabilidade espacial e temporal (CARDINA *et al.*, 1997), além de ocorrência agregada (CLAY *et al.*, 1999).

A distribuição das sementes no perfil do solo depende do manejo adotado, apresentando estreita correlação com o tipo de preparo (CARMONA & VILLAS BÔAS, 2001). O preparo periódico do solo promove o controle de plantas daninhas por efeito mecânico (quebra, arranquio e exposição de estruturas da planta à radiação solar) e conseqüentemente promove a redução do banco de sementes (RADOSEVICH *et al.*, 1996). Porém, o revolvimento contínuo pode promover a disseminação de algumas espécies de plantas que se propagam vegetativamente, proporcionando altas infestações (JAKELAITIS *et al.*, 2003). O revolvimento do solo resulta em distribuição mais uniforme das sementes ao longo do perfil e no enterrio de grande quantidade delas, podendo inviabilizar a germinação (LACERDA *et al.*, 2005), porém também pode trazer à superfície sementes que permaneceriam dormentes se enterradas (ALMEIDA, 1991).

O sistema plantio direto concentra as sementes na superfície do solo, permitindo a indução da germinação de plantas invasoras (VOLL *et al.*, 1996). No entanto, a cobertura do solo reduz significativamente a intensidade de infestação de plantas daninhas e modifica a composição da comunidade infestante (MATEUS, 2004). Essa cobertura atua como barreira física, impedindo a incidência de radiação solar e a realização de fotossíntese (AZANIA *et al.*, 2002). Os resíduos vegetais interferem na dinâmica do banco de sementes, devido ao favorecimento de indivíduos predadores como insetos, moluscos e crustáceos (KREMER & SPENCER, 1989), que utilizam as sementes como fonte de energia (PITELLI, 1997), provocando a perda de viabilidade e deterioração (VIDAL & THEISEN, 1999). A palhada também pode impedir ou diminuir a germinação e desenvolvimento de plantas daninhas pela ação alelopática (FAVERO *et al.*, 2001), o que afetará, em consequência, o banco de sementes do solo.

2.3.3 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

A preocupação com a qualidade do meio ambiente tem aumentado a busca por métodos alternativos mais racionais de exploração agrícola. Para atingir um modelo de agricultura sustentável é necessário que os esforços sejam voltados ao melhor manejo dos recursos naturais. Um aspecto importante na conservação desses recursos está relacionado com a proteção da superfície do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

O sistema de plantio direto, além de permitir uma redução na erosão com consequente redução das perdas de solo e nutrientes, decorrente da dissipação da energia das gotas da chuva (PAULETTI, 1999), também se mostra eficiente no controle de plantas daninhas.

A adoção do sistema de plantio direto promove uma alteração na dinâmica de infestação das plantas daninhas, via de regra, com diminuição da ocorrência dessas espécies (ALMEIDA, 1991). Em sistema de cultivo orgânico, por exemplo, o uso de plantas de cobertura é uma das alternativas dessas espécies, uma vez que não é permitido o uso de herbicidas.

A supressão de espécies invasoras por resíduos vegetais é atribuída a fatores de natureza física, química e biológica.

A cobertura do solo forma uma barreira contra o estabelecimento de plantas invasoras, sendo eficiente na redução da infestação dessas espécies (ARGENTA *et al.*, 2001). As alterações físicas do solo promovidas pelas plantas de cobertura afetam a germinação de sementes de espécies daninhas (TEASDALE & MOHLER, 1993). As

espécies de cobertura também reduzem a disponibilidade de radiação solar (FACELLI & PICKETT, 1991), que reflete na redução da infestação daquelas que necessitam de luz pra germinar (fotoblásticas positivas).

Os efeitos químicos da cobertura morta em sistema de plantio direto estão relacionados à liberação de compostos alelopáticos (NIMBAL *et al.*, 1996), que podem ser liberadas no ambiente por meio de processos de volatilização, exsudação pelas raízes, lixiviação e decomposição dos resíduos (DURIGAN & ALMEIDA, 1993).

A produção de inibidores químicos, provenientes dos restos culturais das plantas de cobertura e dos microrganismos do solo, pode inibir a germinação e emergência das espécies invasoras (MATHEIS, 2004), bem como reduzir o crescimento inicial das plantas (MESCHEDE, 2007).

Algumas ações biológicas também podem ser favorecidas com o uso de cobertura morta em sistema plantio direto. A presença da palhada favorece a instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na camada superficial do solo. Os microrganismos exercem importantes funções na deterioração e perda de viabilidade dos diversos tipos de diásporos e plântulas no solo (PITELLI & DURIGAN, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

O experimento foi realizado no ano agrícola 2010/2011 em área da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, situada a 15°35'30" latitude S, 47°42'30" longitude O. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho A moderado, textura argilosa, fase Cerrado, relevo plano. A análise química (camada de 0 a 10 cm) efetuada no início do experimento, de acordo com EMBRAPA (1997), forneceu os seguintes resultados: pH (em água) = 6,0; MO = 21,7 g kg⁻¹; P_{Mehlich} = 0,9 mg kg⁻¹; Al³⁺ = 0,1 cmol_c kg⁻¹; Mg²⁺ = 2,9 cmol_c kg⁻¹; K⁺ = 0,1 cmol_c kg⁻¹.

O clima no local é classificado como tropical estacional (Aw), conforme Köppen, sendo caracterizado por duas estações bem definidas (seca e chuvosa) e a ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa (veranicos). A precipitação média anual nessa região oscila de 1.400 mm e 1.600 mm, e a temperatura média anual do ar varia entre 22 °C e 27 °C (ÁDAMOLI *et al.*, 1987)

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura média da área experimental são apresentados na Figura 1.

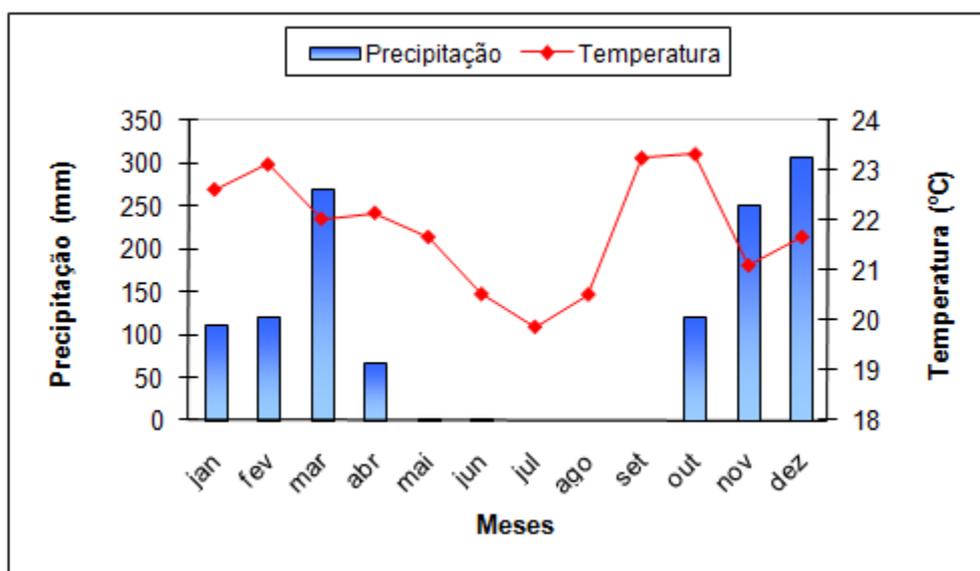


Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média na área experimental, Planaltina, DF, 2010.

3.1 Experimento de campo com plantas de cobertura

No período de abril de 2010, as seguintes espécies vegetais foram semeadas na área para cobertura do solo: braquiária ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*), crotalária-juncea (*Crotalaria juncea* L.), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis* M. e Benth), guandu cv. mandarim (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.), sorgo cv. BR 304 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e trigo (*Triticum aestivum* L.). A testemunha foi constituída de parcelas com plantas de ocorrência natural na área (vegetação espontânea). A densidade de plantas foi de 20 plantas m^{-1} para crotalária-juncea, guandu, sorgo, trigo e braquiária ruziziensis; 40 plantas m^{-1} para milho e nabo-forrageiro; 10 plantas m^{-1} para feijão-bravo-do-ceará e mucuna-preta. O espaçamento entre linhas de semeadura foi de 0,5 m para todas as espécies vegetais (BURLE *et al.*, 2006; CARVALHO & AMABILE, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com três repetições (blocos). As parcelas foram representadas pelas espécies de cobertura (12 x 8 m) e as subparcelas (12 x 4 m) pelas épocas de corte na floração e maturação.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada diretamente sobre os restos culturais do milho cultivado no ano agrícola anterior, utilizando-se da fertilidade residual dessa cultura. Para manejo das plantas de cobertura, as espécies foram cortadas

quando atingiam a floração e maturação, com esses períodos de corte representando as subparcelas. Foram retiradas 2 subamostras de 1 m² em cada subparcela para cálculo do rendimento em fitomassa das plantas de cobertura.

A fertilização na semeadura do milho foi realizada no sulco nas doses de 20 kg ha⁻¹ de N (ureia), 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfósforo triplo), 100 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), 15 kg ha⁻¹ de enxofre (superfósforo simples) e 10 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. O milho foi cultivado em sucessão as plantas de cobertura com semeadura realizada em novembro de 2010. A colheita foi efetuada em março de 2011.

3.2 Experimento em casa de vegetação

Para avaliação do banco de sementes no solo foi montado um experimento em casa de vegetação na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília. A amostragem do solo foi realizada em julho de 2010 e sua coleta foi feita na profundidade de 0-20 cm, sendo utilizados cinco pontos amostrais na área útil de cada subparcela.

O solo foi colocado sobre a bancada e seco à sombra por uma semana. Foram acondicionados 1000 g de solo seco em cada bandeja plástica, de dimensões 21x 35x 6 cm. A distribuição das bandejas na casa de vegetação foi feita de forma aleatória.

Para avaliação do banco de sementes foi utilizado o método de plântulas emergidas em casa de vegetação (BALL & MILLER, 1989).

As amostras foram irrigadas diariamente desde a implantação do experimento. As plântulas emergidas foram contadas e descartadas em seguida. Após seis meses de emergência e avaliação, o solo foi mantido sem irrigação e revolvido para estimular a germinação das sementes remanescentes. O número de sementes do banco foi obtido pela soma das plântulas em cada bandeja, correspondente a cada subparcela do experimento. A observação da emergência do banco de sementes no solo foi realizada durante de oito meses.

A identificação das plantas daninhas foi feita de acordo com a morfologia das plântulas (LORENZI, 2006).

3.3 Análise estatística dos dados

A análise de variância foi aplicada para avaliar os efeitos das espécies vegetais e das épocas de corte das plantas de cobertura no rendimento de matéria seca dessas espécies e para a produtividade do milho cultivado em sucessão. Foi aplicado o teste de

comparações múltiplas de médias (Tukey-Kramer a 5 % de significância) aos tratamentos (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE INC., 1999).

Os dados obtidos do banco de sementes no solo de plantas daninhas foram expressos em número de sementes viáveis por bandeja. Para fins de análise estatística, os valores da contagem foram transformados por meio da fórmula $y = \log x$ e $y = \sqrt{x+0,5}$, sendo x o número de plantas daninhas emergidas em cada bandeja. Os valores obtidos foram analisados por meio do teste de comparações múltiplas de médias (t de Student a 5% de significância) no programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE INC., 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento em casa de vegetação foram identificadas 20 espécies de plantas daninhas. As espécies predominantes foram: *Digitaria sanguinalis*, *Oxalis corniculata*, *Ageratum conyzoides*, *Euphorbia hirta* e *Conyza bonariensis*, que ocorreram na proporção de 26,9%, 12,3%, 11,3%, 9,1% e 8,9%, respectivamente. As espécies de menor incidência, que somadas correspondem a 31,5%, foram: *Alternanthera tenella*, *Amaranthus hybridus*, *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus echinatus*, *Eleusine indica*, *Emilia fosbergii*, *Galinsoga parviflora*, *Gnaphalium spicatum*, *Phyllanthus tenellus*, *Portulaca oleracea*, *Richardia brasiliensis*, *Rhynchelytrum repens*, *Sonchus oleraceus* e *Tridax procumbens*.

Com relação ao número total de plantas daninhas emergidas, a maior densidade ocorreu nas parcelas de nabo-forrageiro (Tabela 1). Não foi detectada diferença significativa em relação ao manejo das plantas de cobertura, se na floração ou na maturação. As amostras coletadas nos cultivos de braquiária *ruziziensis*, crotalária *juncea*, sorgo e trigo apresentaram menor incidência de plantas invasoras.

A produção de fitomassa das plantas de cobertura influencia na dinâmica do banco de sementes do solo, reduzindo significativamente a intensidade de infestação de áreas agrícolas e modifica a composição da população infestante (ALMEIDA & RODRIGUES, 1985). A palhada das plantas de cobertura modifica o microclima, alterando a umidade, luminosidade e temperatura, que são fatores essenciais no controle da dormência e da germinação de sementes (THEISEN & VIDAL, 1999).

A maior ocorrência de plantas espontâneas no cultivo do nabo-forrageiro se deve possivelmente à baixa produção de fitomassa dessa espécie de planta de cobertura (Tabela 2). O nabo-forrageiro está no grupo das espécies de cobertura com a mais baixa

razão C/N do material verde, o que pode explicar a sua decomposição inicial bastante elevada (CARVALHO *et al.*, 2008).

Tabela 1 – Plantas daninhas emergidas correspondentes a cada espécie de planta de cobertura, Planaltina, DF, 2010.

Plantas de cobertura	Plantas daninhas bandeja ⁻¹
Braquiária ruziziensis	7,8b
Crotalária-juncea	8,5b
Feijão-bravo-do-ceará	12,0ab
Guandu cv. mandarim	11,3ab
Milheto	16,0ab
Mucuna-preta	10,3ab
Nabo-forageiro	41,8a
Sorgo cv. BR 304	9,3b
Trigo	8,5b
Vegetação espontânea	17,0ab
CV (%)	39,83

Para fins de análise estatística os dados foram transformados por meio da fórmula $y = \log x$. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.

Essa decomposição acelerada reduz o tempo de permanência da palhada na superfície do solo, não formando barreira física para a emergência de espécies invasoras. A arquitetura do nabo-forageiro, espécie crucífera herbácea e ereta, também pode ter influenciado na maior incidência de plantas invasoras nesse tratamento. Portanto, a associação dos parâmetros quantidade e qualidade da biomassa produzida pelo nabo-forageiro (CARVALHO *et al.*, 2011) não favorece o controle de plantas daninhas nas parcelas sob uso dessa planta de cobertura.

Burle *et al.* (2006) descreveram o nabo-forageiro como planta com boa capacidade de controlar invasoras, devido a possíveis efeitos alelopáticos, o que não foi constatado no banco de sementes de plantas daninhas no solo, devido a sua elevada germinação nesses tratamentos.

A testemunha, onde não ocorreu a semeadura de nenhuma planta de cobertura, também apresentou elevada quantidade de sementes germinadas no solo. Essa maior ocorrência se deve-se à frequente entrada de propágulos no local, uma vez que não é realizado nenhum método de controle nesse tratamento, facilitando o ciclo completo das plantas invasoras.

Tabela 2 - Produção de matéria seca de diferentes espécies de plantas de cobertura, Planaltina, DF, 2010.

Planta de cobertura	Matéria seca	
	Floração	Maturação
	t ha ⁻¹	
Braquiária ruziziensis	2,33cA	1,84cA
Crotalária-juncea	2,32cA	2,42abcA
Feijão-bravo-do-ceará	3,30abA	2,75abA
Guandu cv mandarim	3,49abA	2,37abcB
Milheto	4,07aA	2,93abB
Mucuna-preta	3,92aA	2,24bcB
Nabo-forageiro	1,89cdA	1,78cA
Sorgo cv. BR 304	2,82bcA	3,08aA
Trigo	1,25dA	0,57deA
Vegetação espontânea	2,28cA	1,31cdB
CV (%)	20,76	

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer, a 5% de probabilidade.

Nas parcelas sob cultivo com braquiária ruziziensis, crotalária-juncea, sorgo e trigo houve menor incidência de plantas daninhas. O menor número de plantas emergidas no solo coletado sob uso de crotalária-juncea pode ser explicada pela presença de substâncias alelopáticas na cobertura morta. Estudos recentes mostram que a palhada de crotalária-juncea, ao se decompor, produz substâncias capazes de suprimir a emergência de sementes de *Ipomoea* spp. e de *Euphorbia heterophylla* (LISBOA & DIDONET, 2009), podendo esse efeito de deterioração também impedir a germinação das espécies daninhas encontradas. A velocidade de decomposição mais lenta devido às maiores concentrações de lignina também podem contribuir para esse controle (CARVALHO *et al.*, 2011).

A redução na incidência de plantas daninhas nas parcelas sob cultivo de braquiária ruziziensis e sorgo pode ser explicada pela produção de fitomassa por essas plantas de cobertura (Tabela 2), que contribuem para suprimir a germinação das sementes de plantas daninhas. Além do impedimento físico, os resíduos vegetais também interferem na dinâmica do banco de sementes do solo, principalmente na sobrevivência dos propágulos, por favorecer a ocorrência de predadores de diversas

naturezas (KREMER & SPENCER, 1989), que danificam a sua estrutura, afetando assim sua viabilidade (THEISEN & VIDAL, 1999).

O crescimento inicial rápido de braquiária ruzizensis e sorgo determinou o sucesso do controle de plantas daninhas nas parcelas sob cultivo dessas espécies. O impedimento físico promovido é importante no controle de plantas daninhas, principalmente em sua fase vegetativa de desenvolvimento.

No trabalho de Pacheco *et al.* (2008), a *Brachiaria ruzizensis* também apresentou elevada produção de fitomassa e boa persistência de resíduos na região do Cerrado, o que proporcionou grande potencial para controle de plantas daninhas.

Ferreira & Lamas (2010), em experimento com algodoeiro, constaram que a palhada de *Brachiaria ruzizensis* garantiu boa cobertura do solo durante o ciclo da cultura de algodão e a biomassa seca dessa espécie reduziu a infestação de plantas daninhas até a época de semeadura do algodão e durante os estádios iniciais de seu desenvolvimento. No presente trabalho, o resultado obtido foi semelhante, visto que a germinação das plântulas no banco de sementes do solo sob uso dessa planta de cobertura foi a menor observada dentre as espécies de cobertura avaliadas, a qual também afetou positiva e significativamente a produtividade do milho em sucessão (Tabela 3).

Com relação ao sorgo, os resultados obtidos foram semelhantes ao da braquiária ruzizensis. A incidência de plantas espontâneas no cultivo dessa espécie de cobertura também foi reduzido comparativamente com os outros tratamentos. Meschede *et al.* (2007) também obtiveram boa resposta dessa espécie no controle de plantas invasoras, devido principalmente às condições de cobertura de solo proporcionadas pelos resíduos dessa espécie. Além do controle exercido pela palhada do sorgo, a baixa incidência de plantas daninhas nesse cultivo também pode ser explicada pela produção e exsudação de compostos alelopáticos. Neatzly & Butler (1986) afirmaram que diversas espécies de sorgo, inclusive *Sorghum bicolor*, exsudam várias benzoquinonas de cadeias longas com elevado potencial alelopático. A exsudação dessas substâncias pode também ter contribuído para o baixo rendimento do milho em sucessão, além da competição por nitrogênio, que é a principal causa desse antagonismo (Tabela 3).

No caso do cultivo de trigo, o número reduzido de sementes viáveis deve-se, possivelmente, a competitividade dessa cultura com outras espécies no campo. A habilidade de uma planta em competir com outra se relaciona a fatores como espécie, população, época de emergência e características morfofisiológicas.

Tabela 3 – Rendimento do milho (kg/ha⁻¹) em sucessão a diferentes espécies de plantas de cobertura, Planaltina, DF, 2011

Plantas de cobertura	Rendimento (kg/ha ⁻¹)
Braquiária ruziziensis	12.800a
Crotalária-juncea	12.500ab
Feijão-bravo-do-ceará	12.600ab
Guandu cv. mandarim	12.100abc
Milheto	12.700a
Mucuna-preta	11.700c
Nabo-forrageiro	12.300abc
Sorgo cv. BR 304	12.000bc
Trigo	11.700c
Veget. espontânea	11.900bc
CV (%)	4,2

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer, a 5% de probabilidade.

Experimentos em série de substituição, que consistem em cultivar a cultura principal com espécies invasoras em várias proporções para comparação com o monocultivo, demonstram que a cultura geralmente é mais competitiva do que a planta daninha, sob níveis adequados de recursos, porque o efeito das espécies invasoras não é atribuído somente à habilidade competitiva individual delas, mas ao seu grau de infestação (VILÀ *et al.*, 2004).

A baixa incidência de plantas espontâneas no cultivo do trigo não pode ser justificada pela produção de fitomassa dessa espécie, que é muito baixa e bem inferior a da braquiária ruziziensis e do sorgo. Essa redução da ocorrência de espécies invasoras se deve possivelmente à competitividade dessa cultura em condições de campo. Piesanti-Rigoli *et al.* (2008), em experimento em série de substituição, constataram que a cultura do trigo apresenta habilidade competitiva superior a do azevém (*Lolium multiflorum*), mas inferior à do nabo (*Raphanus raphanistrum*), quando as espécies ocorrem em proporções semelhantes nas associações e ocupam o mesmo nicho ecológico.

Com relação à avaliação das principais plantas daninhas presentes no solo em sistemas com o uso das plantas de cobertura (Tabela 4), *Ageratum conyzoides* ocorreu em maior número na testemunha, enquanto que sua incidência nos demais tratamentos

foi inferior. Já *Digitaria sanguinalis* teve maior incidência no solo no cultivo de nabo-forageiro e menor incidência nas parcelas de braquiária ruziziensis, crotalária-juncea, guandu cv. mandarim, sorgo cv. BR 304 e trigo.

O cultivo do nabo-forageiro apresentou maior ocorrência de *Euphorbia hirta*, enquanto que no cultivo do trigo apresentou menor incidência dessa espécie. A ocorrência de *Coniza bonariensis* não diferiu significativamente entre os tratamentos, enquanto que a incidência de *Oxalis corniculata* foi maior nas parcelas de nabo-forageiro e menor nas parcelas de braquiária ruziziensis e mucuna-preta. Não houve efeito da época de corte na incidência das plantas daninhas citadas.

As plantas de cobertura se mostraram eficientes no controle de *Ageratum conyzoides*, uma vez que a ocorrência dessa espécie foi maior na parcela testemunha absoluta, representada pela vegetação espontânea, ou seja, sem o cultivo de nenhuma planta de cobertura.

A incidência de *Digitaria sanguinalis* foi maior no solo sob nabo-forageiro, possivelmente, devido à baixa produção e pouca persistência da palhada dessa espécie de cobertura. A ocorrência reduzida dessa espécie de planta espontânea na parcela de crotalária-juncea deve-se, possivelmente à produção de aleloquímicos dessa espécie, que provocou deterioração das sementes viáveis no solo.

As parcelas sob uso de braquiária ruziziensis, guandu cv. mandarim e sorgo cv. BR 304 apresentaram incidência de *Digitaria sanguinalis* reduzida devido, possivelmente, à adequada produção de fitomassa dessas plantas de cobertura que atuam como barreira física à germinação dessa espécie. O uso do trigo, por sua vez, resultou em menor número de sementes viáveis no solo devido, possivelmente, à sua maior capacidade de competição.

Observou-se maior ocorrência de *Euphorbia hirta* no solo sob uso no nabo-forageiro e menor ocorrência sob trigo, resultado semelhante ao obtido com *Digitaria sanguinalis*. Rizzardi & Silva (2006), em experimento com aveia-preta e nabo-forageiro como uso de plantas de cobertura para controle de plantas daninhas na cultura do milho, observaram que, em todas as épocas avaliadas, o número de plantas emergidas foi menor na área sob aveia-preta se comparado com o nabo-forageiro, evidenciando que o nabo-forageiro não foi eficiente no controle de plantas espontâneas.

Tabela 4 – Principais espécies de plantas daninhas (plantas bandeja⁻¹) emergidas para cada espécie de planta de cobertura, Planaltina, DF, 2010.

Plantas de cobertura	AGECO	DIGSA	EPHHI	ERIBO	OXACO
Plantas daninhas bandeja ⁻¹					
Braquiária ruziziensis	1b	1,0b	0,5ab	1,17a	0,83b
Crotalária-juncea	1,17b	0,17b	0,67ab	2,17a	1,33ab
Feijão-bravo-do-ceará	0,83b	1,5ab	1,33ab	1,17a	1,67ab
Guandu cv. mandarim	0,83b	0,67b	1,67ab	1,67a	2,50ab
Milheto	1,33b	1,33ab	1,33ab	0a	2,83ab
Mucuna-preta	0,83b	1,83ab	1,17ab	1,17a	0,5b
Nabo-forrageiro	1,83b	28,33a	3,5a	1,83a	3,17a
Sorgo cv. BR 304	0,33b	0,67b	0,83ab	1,83a	1,67ab
Trigo	0,5b	0,5b	0,17b	1,33a	1,33ab
Veget. Espontânea	7,5a	2,33ab	1,33ab	0,33a	1,67ab
CV(%)	56,71	113,16	44,86	46,14	36,46

Para fins de análise estatística os dados foram transformados por meio da fórmula $y = \sqrt{(x+0,5)}$. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade. Plantas daninhas: AGECO – *Ageratum conyzoides*, DIGSA – *Digitaria sanguinalis*, EPHHI – *Euphorbia hirta*, ERIBO – *Conyza bonariensis*, OXACO – *Oxalis corniculata*

As plantas de cobertura não se diferenciaram estatisticamente em relação ao controle de *Conyza bonariensis* no período de entressafra. A cobertura vegetal proporcionada pela fitomassa seca pode ter influenciado no balanço de entrada e saída de sementes dessas espécies invasoras.

A *Oxalis corniculata* ocorreu em maior número no solo sob uso de nabo-forrageiro, comportamento semelhante ao das demais espécies de plantas daninhas, e menor incidência na braquiária ruziziensis e na mucuna-preta, devido à produção de matéria seca dessas plantas de cobertura. Erasmo *et al.* (2004) também verificaram que *Mucuna aterrima* se destaca no controle das invasoras, reduzindo o número de plantas daninhas. O potencial dessas plantas de cobertura se deve, possivelmente, à sua agressividade como barreira física e ao seu efeito alelopático, que inibe o crescimento de espécies invasoras, prevalecendo do início ao final de seu ciclo (LORENZI, 1984).

Outro fator preponderante na redução da incidência de *Oxalis corniculata* nas parcelas de mucuna-preta é que essa espécie de cobertura apresenta mineralização lenta dos resíduos e, portanto alta persistência da palhada na superfície do solo (BURLE *et al.*, 2006), impedindo a germinação das plântulas.

Com relação às plantas daninhas de menor número no banco de sementes do solo (Tabela 5), a incidência foi reduzida nas parcelas sob uso de braquiária ruziziensis e crotalária-junceae, enquanto que sob o nabo-forrageiro essa ocorrência foi maior. Não houve efeito significativo de período de corte semelhante à avaliação do total de espécies de plantas daninhas (Tabela 1).

A composição do banco de sementes de plantas daninhas, bem como sua distribuição ao longo do perfil do solo reflete apenas parcialmente o histórico da ocupação e composição florística da área. A grande maioria das espécies invasoras produz sementes com diferentes tipos e intensidades de dormência e diferentes comportamentos com relação à germinação e emergência. Dessa forma, uma parte das sementes não germina imediatamente, mas podem apresentar grande longevidade, permanecendo por longos períodos no solo.

A dinâmica do banco de sementes do solo também varia conforme a época do ano. A avaliação da composição florística em apenas um período pode não representar o potencial de infestação da área, uma vez que diversas espécies invasoras necessitam de condições especiais para germinarem. Qualquer alteração nas condições de germinação, como mudanças nos teores de umidade e temperatura, podem alterar o comportamento

do banco de sementes do solo. Porém, representa um bom indicador de potencial de controle das plantas daninhas pelo uso de plantas de cobertura.

Tabela 5 – Plantas daninhas de menor incidência (plantas bandeja⁻¹) emergidas para cada espécie de planta de cobertura, Planaltina, DF, 2010.

Plantas de cobertura	Plantas daninhas bandeja ⁻¹ (1)
Braquiária ruziziensis	6,83b
Crotalária-juncea	7,33b
Feijão-bravo-do-ceará	11,17ab
Guandu cv. mandarim	10,50ab
Milheto	14,67ab
Mucuna-preta	9,50ab
Nabo-forrageiro	40,00a
Sorgo cv. BR 304	9,00ab
Trigo	8,00ab
Veget. espontânea	9,50ab
CV (%)	46,26

Para fins de análise estatística os dados foram transformados por meio da fórmula $y = \sqrt{(x+0,5)}$. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.⁽¹⁾ Outras espécies de plantas daninhas de menor ocorrência: *Alternanthera tenella*, *Amaranthus hybridus*, *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus echinatus*, *Eleusine indica*, *Emilia fosbergii*, *Galinsoga parviflora*, *Gnaphalium spicatum*, *Phyllanthus tenellus*, *Portulaca oleracea*, *Richardia brasiliensis*, *Rhynchelytrum repens*, *Sonchus oleraceus* e *Tridax procumbens*.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho mostram que:

- O nabo-forrageiro, dentre as plantas de cobertura estudadas, apresenta menor eficiência no controle de espécies espontâneas.
- O uso de *Brachiaria ruziziensis*, *Crotalaria juncea* e *Sorghum bicolor* atuaram eficientemente no controle das plantas espontâneas.
- O manejo das plantas de cobertura, com corte na floração e na maturação, não interfere na dinâmica populacional de plantas espontâneas no solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÁMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G.; NETTO, J.M. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: EMBRAPA - CPAC; São Paulo: NOBEL, p.33-98, 1987.

ADEGAS, F.S.; VOLL, E; GAZZIERO, D.L.P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha, cultivado isolado ou consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. In: XXVII Congresso Brasileiro de Ciência das Plantas Daninhas, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...**Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.

AGUIAR, J.L.P. de; CARVALHO, A.M. de; CARDOSO, A.N.; GOMES, A.C. Viabilidade econômica do uso de plantas condicionadoras de solo em agroecossistemas de sequeiro. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrados: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 331-369.

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.

AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de N ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.

ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. 34 p. (IAPAR. Circular, 67).

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

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, 2001.

- ALVES, P.C.A.C.; SOUZA, L.L.P.; CARVALHO, A . M. de. Composição química e decomposição e de plantas de cobertura sob manejo na floração e maturação. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais**. Fortaleza- CE, 2009.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.
- AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M de; DUARTE, J.B.; FANCELLI, A.L. Efeito de época de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos Cerrados da região do Mato Grosso de Goiás. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.2/3, p.296-303, 1996.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; FLECK, N.G; BORTOLONI, C.G; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle de capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.851-860, 2001.
- AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M.C.M.D.; PITELLI, R.A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha**, v.20, p.207-212, 2002.
- BERTONI, J. ; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355 p.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C.A.; PEREIRA, J.E.; PEREIRA, L.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea das culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.
- BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 2, p. 83-87, 2004.
- BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (eds). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 113 – 121.
- CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80)

- CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Iapar, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).
- CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. Caracterização das principais espécies de adubos verdes. In: COSTA, M.B.B da. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993, p. 206-319.
- CARDINA, J.; JOHNSON, G.A.; SPARROW, D.H. The nature and consequence of weed spatial distribution. **Weed Science**, Champaign, v.45, n.3, p.364-373, 1997
- CARMONA, R. Bancos de sementes e o estabelecimento de plantas daninhas em alguns agroecossistemas. **Planta Daninha**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 3-8,1995
- CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de semente de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, n.1, p.5-13, 1992.
- CARMONA, R.; VILLAS BÔAS, H.D.C. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 457-463, 2001.
- CARVALHO, A.M. de; Plantio direto e plantas de cobertura em agroecossistemas do Cerrado. In: PARRON, L. M.; AGUIAR, L.M.S.; DUBOC, E. ; OLIVEIRA-FILHO, E.C.; CAMARGO, A. J. A.; AQUINO, F.G. **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. 2008. p.233.
- CARVALHO, A.M. de; BUSTAMANTE, M.M.C.; SOUSA JUNIOR, J.G.A.; VIVALDI, L.J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2831-2838, 2008.
- CARVALHO, A.M de, SOUZA, L.L.P de, GUIMARÃES JÚNIOR, R., ALVES, P.C.A.C, VIVALDI, L.J. Cover plants that present potential use in integrated systems in the Cerrado region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2011 (no prelo).
- CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F., 2006. Plantas condicionadora de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (eds). **Cerrados: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 143 – 170.
- CARVALHO, A.M. de; SODRÉ FILHO, J. **Uso de adubos verdes como cobertura do solo**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2000. 20 p. (Boletim de pesquisa, 11)

CARVALHO, A.M.; DANTAS, R. A.; COELHO, M.C.; LIMA, W.M.; SOUZA, J.P.S.P; FONSECA, O. P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Teores de hemiceluloses, celulose e lignina em plantas de cobertura sob manejo na floração e maturação. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa Cerrados, 15 p., 2010.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CLAY, S.A.; LEMS, G.J.; CLAY, D.E.; ELLSBURY, M.M.; CARLSON, C.G. Sampling weed spatial variability on a fieldwide scale. **Weed Science**, Champaign, v.47, n.5, p.674-681, 1999.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E. do V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E. ; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

CUTLER, H.G. (Eds.) **Recent advances in allelopathy**. Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz, 1999. v.1, sem paginação.

DEBIASI, H. ; FRANCHINI, J.C. ; SACOMAN, A. ; MENDES, M.R.P. ; SILVA, J.R. Uso de forrageiras tropicais em sistemas de sucessão com a soja e sua relação com a qualidade física do solo na região do basalto paranaense. In: V Congresso Brasileiro de Soja, 2009, Goiânia. **Anais...** Londrina : Embrapa Soja, 2009.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

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**, v.22, n.3, p.337-342, 2004.

FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T. A. Plant litter: light interception and effects of an old-field plant community. **Ecology**, v. 72, n. 3, p. 1024-1031, 1991.

- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1355- 1362, 2001.
- FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; VASCONCELLOS, C.A.; GUEDES, G.A.A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.22, n.2, p.247-254, 1998.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; SAAVEDRA, M.S.; GARCIA TORRES, L. Ecologia de las malas hierbas. In: GARCIA TORRES, L. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. **Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. cap.2, p.49-69.
- FERREIRA, A.C. de B.; LAMAS, F.M. Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 57, p. 778-786, 2010.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul-Brasileira. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2009. v. Único. 340 p.
- GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; PRETE, C.E.C.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F. As plantas daninhas e a semeadura direta. **Circular Técnica**. Londrina: Embrapa Soja, v. 33, p. 1-59, 2001.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L.; MIRANDA, G.V.; MACHADO, A.F.L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 71-79, 2003.
- JOHANSEN, C. Pigeonpea: mineral nutrition. In: NENE, Y.L.; HALL, S.D.; SHEILA, V.K. (Ed.). **The pigeonpea**. Wallingford: CAB International, 1990. p. 209-231.
- KARAM, D.; MELHORANCA, A.L. Cultivo do milho: plantas daninhas. **Comunicado Técnico**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.
- KARAM, D.; MELHORANÇA, A.L.; OLIVEIRA, M.F. Plantas daninhas na cultura do milho. **Circular Técnica**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

- KREMER, R.J.; SPENCER, N.R. Impact of a seed-feeding insect and microorganisms on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seed viability. **Weed Science**, v.37, p.211-216, 1989.
- KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
- LARA CABEZAS, W.R.L.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; SANTANA, D.G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.
- LISBOA, O.A.S.; DIDONET, A.D. Efeito mecânico e alelopático de palhadas de crotalária e braquiária na emergência de sementes de plantas daninhas. In: XXXII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal. **Anais**. Fortaleza, 2009.
- LORENZI, H. **Inibição alelopática de plantas daninhas**. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6ª ed. Nova Odessa-SP. Instituto Plantarum, 2006.
- MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2000. 46p. (Circular Técnica, 3).
- 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.
- MATHEIS, M.C.A. **Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citrus**. 2004. 86 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- MEDEIROS, A.R.M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. 1989. 92 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1989.

MESCHEDÉ, D.K. ; FERREIRA, A.B. ; RIBEIRO JR, C.C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, p. 465-471, 2007.

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

NETZLY, D.H.; BUTLER, L.G. Roots of sorghum exude hydrophobic droplets containing biologically active components. **Crop Science**, v. 26, n. 4, p. 775-780, 1986.

NIMBAL, C. I. et al. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 5, p. 1343-1347, 1996.

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

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

PACHECO, L.P. ; PIRES, F.R. ; MONTEIRO, F.P.; PROCÓPIO, S.O. ; ASSIS, R.L. ; CARMO, M. L. ; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobresemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 815-823, 2008.

PAULETTI, V. A importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS D FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 3., 1999, Cruz Alta. **Palestras**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. P.56-66.

PEREIRA FILHO, I.A.; FERREIRA, A.S.; COELHO, A.M.; CASELA, C.R. ; KARAM, D.; RODRIGUES, J.A.S.; CRUZ, J.C. **Manejo da cultura do milheto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003 (Circular Técnica).

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.7, p.791-796, 2003.

- PIESANTI-RIGOLI, R.; AGOSTINETTO, D.; SCHAEGLER, C.E.; DAL MAGRO, T.; TIRONI, S.P. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 93-100, 2008
- PIRES, F.R.; ASSIS, R.L. de; PROCÓPIO, S.O.; SILVA, G.P.; MORAES, L.L.; RUDOVALHO, M.C.; BÖER, C.A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v. 55, p. 94-101, 2008.
- PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: Rosselo, R.D.. (Org.). **Siembra Directa en el Cono Sur**. 1 ed. Montevideo: Procisur, 2001, v. 1, p. 203-210.
- PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1997, Dourados. **Resumos**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1997. p.50-61.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implication for management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. 573 p.
- RIZZARDI, M.A.; SILVA, L.F. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, p. 669-675, 2006.
- ROBERTS, H.A. Seed banks in the soil. **Advances in Applied Biology**, v.6, p.1-55, 1981.
- SANS, L.M.A.; A.V. de C. DE MORAIS; D.P. GUIMARÃES. **Época de plantio de sorgo** (Comunicado Técnico). MAPA. Sete Lagoas. 2003.
- SAS Institute. **SAS/STAT: user's guide**, version 8.1, Cary, 1999-2000, v.1. 934p.
- SILVA, A.A. da; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, J.B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A. da; SILVA, J.F. da. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009a. v. 1. 367 p.
- SILVA, A.A. da; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, J.B. dos. Biologia de plantas daninhas. In: Antonio Alberto da Silva, José Francisco da Silva. (Org.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009b, v. 1, p. 17-61.

- SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, V.T. Seed banks: General concepts and methodological issues. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press, 1989. p.3-8.
- SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.
- SUMMERFIELD, R.J.; ROBERTS, E.H. *Cajanus cajan*. In: HALEVY, A.H. (Ed.). **CRC Handbook of Flowering**. Boca Raton: CRC Press, 1985. V.1, p.61-73
- SUZUKI, L.E.A.S.; ALVES, M.C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, 2006.
- TEASDALE, J.R.; MOHLER, C.L. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 3, p. 673-680, 1993.
- THEISEN, G.; VIDAL, R.A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia-preta nas etapas do ciclo de vida do capim marmelada. **Planta Daninha**, v.17, p.189-196, 1999.
- TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**. São Paulo, SP. v. 66, p. 617-622, 2007
- TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 475-480, 2006.
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.
- VARGAS, M.A.T.; MENDES, I.de C.; CARVALHO, A.M.de; BURLE, M.L.; HUNGRIA, M. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina,DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 97-127.
- VIDAL, R.A.; THEISEN, G. Efeito da cobertura do solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades no solo. **Planta Daninha**, v.17, p.339-344, 1999.

VILÀ, M.; WILLIAMSON, M.; LONSDALE, M. Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? **Biological Invasions**, v. 6, n. 1, p. 59-69, 2004.

VIVIAN, R.; SILVA, A.A.; GIMENES, Jr., M.; FAGAN, E.B.; RUIZ, S.T.; LABONIA, V Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência - breve revisão. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.695-706, 2008.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. sob manejos de solo e de herbicidas. I. Sobrevivência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.12, p.1387-1396, 1995.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. sob manejos de solo e de herbicidas. II. Emergência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.31, n.12, p.27-35, 1996.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A M.; ADEGAS, F.S.; GAUDÊNCIO, C.A.; VOLL, C.E. **A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2005 (Documentos, 260).

WALLER, G.R. Introduction. In: MACIAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. & CUTLER, H.G. (Eds.) **Recent advances in allelopathy**. Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz, 1999. v.1, sem paginação.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of weed science**. California: Academic Press, 1993. 450p.

7. ANEXOS



Figura 2 - Vista geral da área do experimento de campo. Embrapa Cerrados. Planaltina – DF, junho de 2010.



Figura 3 – Banco de sementes de plantas daninhas no solo – experimento em casa de vegetação. Brasília-DF, agosto de 2010.



Figura 2 – Bandeja com plântulas daninhas – experimento em casa de vegetação. Brasília-DF, agosto de 2010.