



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**PLANTAS DE COBERTURA: CARACTERÍSTICAS,
BENEFÍCIOS E UTILIZAÇÃO**

LUIZ EDUARDO ZANCANARO DE OLIVEIRA

Brasília, DF

Dezembro de 2014

LUIZ EDUARDO ZANCANARO DE OLIVEIRA

**PLANTAS DE COBERTURA: CARACTERÍSTICAS,
BENEFÍCIOS E UTILIZAÇÃO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. EVERALDO ANASTÁCIO PEREIRA

Brasília, DF

Dezembro de 2014

Ficha catalográfica

OLIVEIRA, Luiz Eduardo Zancanaro de
Plantas de cobertura: Características, benefícios e utilização. Orientação de Everaldo Anastácio Pereira – Brasília, 2014, 62p

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, L. E. de. **Plantas de cobertura: Características, benefícios e utilização.** Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 62p. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do autor: Luiz Eduardo Zancanaro de Oliveira

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Plantas de Cobertura: Características, benefícios e utilização.

Grau: 3º **Ano:** 2014

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação 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 de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Luiz Eduardo Zancanaro de Oliveira
E-mail: luizzanoli@gmail.com

Brasília, DF

Dezembro de 2014

PLANTAS DE COBERTURA: CARACTERÍSTICAS, BENEFÍCIOS E UTILIZAÇÃO

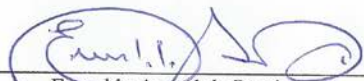
LUIZ EDUARDO ZANCANARO DE OLIVEIRA

Mat.: 09/0123611

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. EVERALDO ANASTÁCIO PEREIRA

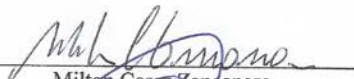
BANCA EXAMINADORA:



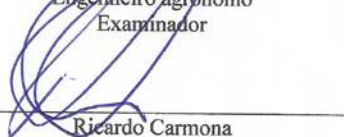
Everaldo Anastácio Pereira
Doutor, Universidade de Brasília – UnB
Orientador / email: everaldo@unb.br



Carlos Roberto Spehar
Doutor, Universidade de Brasília – UnB
Examinador



Milton Cesar Zancanaro
Engenheiro agrônomo
Examinador



Ricardo Carmona
Doutor, Universidade de Brasília – UnB
Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por toda a preocupação, carinho e suporte durante todos os anos de minha vida.

Ao meu tio Milton Zancanaro por todo companheirismo e ensinamento durante meu curso de graduação, o que foi de grande valor para minha formação.

Aos demais integrantes da família, especialmente meus avós Gelci, Eraide e Natalina.

Ao professor Everaldo Pereira, pela orientação neste trabalho e excelentes aulas conduzidas na UnB.

Ao Dr. Ademir Calegari, por auxiliar com referências bibliográficas e na obtenção de contatos importantes para a realização da pesquisa constante deste trabalho.

Ao Otacílio Ferreira, que também auxiliou na obtenção de contatos de produtores rurais.

E aos demais que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho e minha formação em Agronomia.

OLIVEIRA, L. E. de. **Plantas de cobertura: Características, benefícios e utilização.** Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 62p. Monografia.

ABSTRACT

Cover crops play an important role on the implementation of no-tillage systems and on sustainable land use and management. As a consequence, research and development of new varieties, growing systems and the use by farmers is increasing every day. These crops provide various benefits to soils and, therefore, to farmers, by improving aspects like soil structure, nematodes control, nutrients recycling, erosion prevention and weed control. There are two main botanical families of cover crops: Fabaceae and Poaceae, which are known especially for the biological nitrogen fixation (in association with symbiotic bacteria such as *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*) and high production of dry matter, respectively. This work aims to discuss some cover crops characteristics, the benefits in using these plants, according to the literature available about this subject, and the recommended establishment practices, such as when to sow and what to sow, according to specific environment conditions and the growers preferences. Additionally, a research with farmers from Brazil was carried out in order to evaluate the use they make of cover crops. Farmers were asked which crops they use more often, if they recommend other farmers to grow these plants, which advantages and disadvantages they noticed from their experience with the different species, among other questions. Results show that participants are very satisfied with the cover crops they use, pointing various benefits they noticed and stating that they would recommend other growers to make use of these valuable plants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Campo de milheto. Fonte: Pirai sementes.	13
Figura 2: Sorgo granífero BRS 332.....	14
Figura 3: <i>Brachiaria ruziziensis</i> na entrelinha de um cafezal. Foto do autor.	15
Figura 4: Campo de aveia-preta. Fonte: Pirai sementes	16
Figura 5: <i>Crotalaria spectabilis</i> . Fonte: Pirai sementes.....	19
Figura 6: <i>Crotalaria ochroleuca</i> . Fonte: Pirai sementes.....	19
Figura 7: Feijao guandu-forrageiro anão. Fonte: Pirai sementes.....	20
Figura 8: Estilosantes Campo Grande. Fonte: Embrapa Gado de Corte.	21
Figura 9: Mucuna-preta. Fonte: Pirai sementes.....	22
Figura 10: Trigo-sarraceno sobre palhada de milho. 04/11/14. Foto do autor.	23
Figura 11: Plantas de crambe em diferentes estádios de desenvolvimento. Foto do autor.	24
Figura 12: Efeito dos níveis de palha sobre o número total de plantas daninhas. Sete Lagoas, MG, 1999.	28
Figura 13: Milheto em fase inicial de desenvolvimento, precedendo algodão, no Oeste da Bahia. Foto do autor, 6 de novembro de 2014.....	38
Figura 14: Área cultivada com coberturas vegetais em % de participantes.....	43
Figura 15: Espécies mais utilizadas pelos participantes da pesquisa, em % de respostas... ..	44
Figura 16: Periodicidade de cultivo das coberturas, em % de respostas.	44
Figura 17: Época de implantação das culturas, em % de respostas.....	45
Figura 18: Vantagens observadas no uso de plantas de cobertura, em % de respostas.....	45
Figura 19: Desvantagens observadas pelos produtores, em % de respostas.....	46
Figura 20: Amortização de custos, em % de respostas.....	46
Figura 21: Necessidade de adaptação de máquinas para semeadura, em % de respostas... ..	47
Figura 22: Destino do produto colhido, em % de respostas.	48
Figura 23: Maior benefício observado pelo uso das plantas de cobertura, em % de respostas.	48
Figura 24: Plantio direto de soja sobre <i>Crotalaria ochroleuca</i> na região do Cerrado. Foto do autor.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais grupos taxonômicos e densidade da macrofauna edáfica associada às diferentes plantas de cobertura, em abril e setembro de 2005.....	34
Tabela 2: Valores de pH, dos nutrientes Ca, Mg, P e K e de matéria orgânica (M.O) em função de diferentes plantas de cobertura e profundidade de amostragem do solo (Santo Antônio de Goiás, GO, 2005).	37
Tabela 3: Tabela resumo para algumas das principais culturas de cobertura utilizadas no Brasil. Fonte: Pirai semente.	40

SUMÁRIO

Conteúdo

1. Introdução.....	9
2. Espécies de Plantas de Cobertura.....	12
2.1 Gramíneas.....	12
2.1.1 Milheto.....	12
2.1.2 Sorgo.....	13
2.1.3 Brachiaria.....	14
2.1.4 Aveia-preta.....	15
2.2 Leguminosas.....	17
2.2.1 Crotalária.....	17
2.2.2 Guandu-anão.....	20
2.2.3 Estilosantes.....	20
2.2.4 Mucuna-preta.....	21
2.3 Outras Famílias Botânicas.....	22
2.3.1 Trigo-sarraceno.....	22
2.3.2 Crambe.....	24
3. Efeitos nos Sistemas Produtivos.....	25
3.1 Acumulação de Nutrientes.....	25
3.2 Efeitos nas Propriedades Físicas do Solo.....	26
3.3 Redução da Emergência de Plantas Daninhas.....	27
3.4 Efeitos das Plantas sobre a Atividade Microbiana nos Solos.....	29
3.5 Efeitos na Macrofauna do Solo.....	31
3.6 Efeitos nas Propriedades Químicas do Solo.....	35
4. Recomendações de Semeadura e Épocas de Estabelecimento para Culturas de Cobertura.....	38
5. Uso de Plantas de Cobertura por Produtores Rurais no Brasil.....	41
5.1 O Questionário.....	41
5.2 RESULTADOS DA PESQUISA.....	43
6. Referências Bibliográficas.....	50
7. Anexos.....	58

1. Introdução

A necessidade da conservação do solo, preservando seus atributos químicos, físicos e biológicos, é conhecida há séculos, tendo iniciado desde a Antiguidade, quando já se conheciam os benefícios trazidos por rotações que alternavam cereais e espécies forrageiras. No antigo Egito, por exemplo, cultivava-se o trevo a cada dois anos, alternando-o com trigo ou cevada, o que auxiliava na recuperação das propriedades químicas do solo e permitia a alimentação do gado, que por sua vez enriquecia ainda mais o solo com a produção de esterco. Estudiosos latinos, como Colúmelo, sugeriam uma rotação muito comum ainda nos dias de hoje, a de gramíneas com leguminosas. Contudo, essa prática só se propagou a partir do fim da Idade Média. Progressivamente, foi-se substituindo o uso do alqueive, que consiste em preparar a terra e deixa-la descansar, por cultivos de diferentes espécies de plantas entre os cultivos de cereais, como ervilha e ervilhaca, trevo, nabo forrageiro, entre outros. A partir do século XVII, as rotações substituindo o alqueive alcançaram a Inglaterra e então, até o século XIX, difundiram-se pelo resto da Europa, com o desenvolvimento de variados sistemas produtivos em rotação. Os ganhos em produtividade explicam-se por fatores como a exploração mais intensa do solo; o aumento da quantidade de esterco que podia ser incorporado ao sistema pela criação de animais; a fixação biológica do nitrogênio realizado pelas leguminosas e a redução da lixiviação que era muito intensa no sistema de com alqueive (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Como o nome já diz, as plantas de cobertura têm a finalidade de cobrir o solo, protegendo-o contra processos degradantes como a erosão e a lixiviação de nutrientes, porém não se limitando a isso, já que muitas são usadas para pastoreio, produção de grãos e sementes, silagem, feno e como fornecedoras de palha para o sistema de plantio direto. As leguminosas, especialmente, podem fazer parte de uma prática conhecida como adubação verde, em que a planta ou adubo verde é cultivado, ou não, com a finalidade expressa de enriquecer o solo com sua massa vegetal, quer produzida no local ou importada (KIEHL, 1979).

Os benefícios obtidos com as plantas de cobertura vêm sendo amplamente discutidos no meio acadêmico desde a década de 1910 no Brasil, com a publicação de “Adubos verdes: sua produção e modo de emprego”, por Dutra (1919). Não obstante, na produção agrícola aplicada,

ou seja, entre boa parte dos produtores rurais, este tema não é tão disseminado quanto na literatura, seja por desconhecimento de técnicos e produtores, insegurança quanto à eficácia e tratos culturais ou viabilidade econômica. Falta ao produtor um estímulo que o estimule a adotar uma prática que vem provando resultados altamente positivos por todo o mundo, principalmente no Brasil, onde o uso de plantas de cobertura vem sendo impulsionado pela expansão do sistema de plantio direto (SPD).

As plantas de cobertura vêm provando, cada vez mais, seus benefícios. Ambrosano et al. (2005) destacam os benefícios ao solo como o aumento na capacidade de infiltração de água no solo, evitando escoamento superficial e promovendo aumento do reservatório de água no solo; proteção contra a erosão, evitando a desagregação do solo e o selamento superficial; diminuição da amplitude térmica no solo, favorecendo macro e microrganismos; promoção da reciclagem de nutrientes no perfil do solo, devido ao crescimento em profundidade das raízes, principalmente leguminosas; aumento do teor de matéria orgânica no solo, da CTC e da soma de bases; diminuição da competição de plantas daninhas, devido a efeitos de supressão e alelopatia. Ademais, promovem o controle de fitonematoídeos e a redução da pressão de pragas e doenças, devido à quebra do ciclo da cultura.

A agricultura brasileira se mostra cada vez mais competitiva, com custos crescentes e estreitas margens de lucro (MARTIN et al., 1994). Por isso, uma análise da viabilidade econômica em se adotar tais culturas deve ser feita, a fim de se determinar se o custo de implantação, tratos culturais e, eventualmente, colheita, são compensados pelos benefícios que tais plantas trazem ao agrossistema.

Há duas famílias principais quando se fala em cobertura vegetal. As leguminosas, que possuem menor relação C/N, principalmente pela atraente capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e, por isso, decompõe-se rapidamente, e as gramíneas, que destacam-se pela alta produtividade mesmo em condições adversas. Torres et al (2005), por exemplo, verificaram que as gramíneas obtiveram maior produção total de matéria seca (MS) do que as leguminosas tanto em condições de seca quanto de alta pluviosidade.

Este trabalho visa proporcionar uma visão prática sobre o uso de plantas de cobertura nos principais sistemas de produção do Brasil, principalmente o SPD. Serão abordadas as espécies mais recomendadas (capítulo 2), será feita uma revisão bibliográfica dos benefícios trazidos pela adubação verde (capítulo 3) e, no capítulo 4, há uma breve discussão sobre épocas e recomendações de estabelecimento destas culturas. Também foi realizada uma pesquisa com produtores rurais da região do Cerrado sobre a utilização de plantas de cobertura, e o resultado é analisado no capítulo 5.

2. Espécies de Plantas de Cobertura

2.1 Gramíneas

As gramíneas, junto com as leguminosas, constituem as principais famílias quando se trata de cobertura vegetal. Apresentam crescimento vegetativo vigoroso (especialmente *Brachiaria*) tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, o que facilita o crescimento de raízes da cultura subsequente, pela formação de canais no solo que ajudam a aliviar a compactação (WANG et al., 1986). Geralmente apresentam relação C/N da ordem de 40:1 (MONEGAT, 1991), o que as permite cobrir o solo por um longo tempo após o manejo, pela taxa de decomposição mais lenta. As gramíneas mais utilizadas para formação de palhada e proteção do solo são: milho, sorgo e Braquiária.

2.1.1 Milheto

O milho (*Pennisetum glaucum* (L.), *Pennisetum americanum*) é uma planta anual, de crescimento cespitoso e ereto, muito utilizado como planta de cobertura na região dos Cerrados. Apresenta ciclo de aproximadamente 130 dias, com origem nas savanas africanas (SALTON, 1998). Possui resistência a seca e rápido crescimento, características que o fazem muito apreciáveis em sistemas de plantio direto.

A semente necessita de temperatura no solo de pelo menos 20 °C para germinação, e pode ser semeada ao fim da safra de verão, aproveitando-se as últimas chuvas para o estabelecimento da planta (SALTON; KICHEL, 1997). O plantio da cultura pode ser feito a lanço ou em linhas, com espaçamento de 20 cm usando-se cerca de 15 a 20 kg/ha, ou cerca de 18 a 24 kg/ha para semeadura a lanço.

Perin et al. (2004) destacaram a alta taxa de potássio na parte aérea de milho, em comparação com a crotalária, o que demonstra a sua capacidade em reciclar este nutriente que é rapidamente lixiviado pelo perfil do solo, ajudado pelo sistema radicular que atinge até dois metros de profundidade.

A destruição da cultura poderá ser efetuada mecanicamente com rolo-faca, triturador ou

roçadeira. Quando semeado na primavera, antecipando-se à soja, deverá ser manejado quimicamente com aplicação do herbicida Glyphosate (1,5 a 2,0 l/ha), em dose única. O manejo deverá ser feito quando 5% das plantas tiverem soltado a panícula, evitando-se assim a dispersão de sementes (SALTON, 1998).



Figura 1: Campo de milheto. Fonte: Pirai sementes.

2.1.2 Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma espécie extremamente resistente à seca e altas temperaturas, com origem na África e partes da Ásia, sendo muito cultivado em regiões com precipitações de até 625mm por ano. Além do sorgo para cobertura morta/fenação/pastejo, existem os grupos granífero, forrageiro para silagem e/ou sacarino e o vassoura (RIBAS, 2003). Esta espécie é bastante utilizada no Cerrado brasileiro quando a safrinha fornece risco muito alto devido à baixa probabilidade de chuva, normalmente devido a atraso da safra principal de verão.

A palha de sorgo é bastante utilizada por agricultores dos EUA como forma de supressão de plantas daninhas, não só devido ao efeito físico como à atividade alelopática, relacionado a compostos de natureza hidrofílica (ácidos fenólicos) e hidrofóbica (principalmente benzoquinona sorgoleone, potente inibidor da respiração mitocondrial e do transporte de elétrons do fotossistema II) (TREZZI; VIDAL, 2004). Estes têm capacidade de suprimir diferencialmente o crescimento de plantas daninhas e cultivadas (NETZLY et al., 1988).

Genótipos de sorgo possuem diferentes níveis de efeitos alelopáticos, sendo a cultivar

BR601 aquela com maior efeito. Ficou demonstrado que a substância sorgoleone, exsudada pela raiz, tem limitada ação no solo, devido à adsorção por sua fração argila, e que substâncias hidrofílicas exsudadas pela parte aérea têm importante ação alelopática (TREZZI, 2002).

Como forma de prevenção, o agricultor que utilizar sorgo deve dessecar as plantas com antecedência de pelo menos 15 dias antes do plantio da cultura comercial, a fim de evitar que as substâncias alelopáticas possam comprometer o desenvolvimento inicial da lavoura.



Figura 2: Sorgo granífero BRS 332.

2.1.3 Brachiaria

As braquiárias ocupam grande parte das áreas de pastagem do Cerrado, cerca de 50 milhões de hectares (SANO et al, 1999). Destacam-se por sua rusticidade, baixa exigência nutricional e tolerância à seca, com origem principalmente tropical e subtropical africana. Em comparação com outras forrageiras, apresentam excepcional produtividade de matéria seca. Ferreira (2001), em condições de Cerrado, obteve produtividade de *Brachiaria brizantha* cv Marandu de 23 ton ha⁻¹ de MS aos 150 DAE, com índice de área foliar de 6,0 m² m⁻². Rosa (2002), encontrou 32.237 kg ha⁻¹ aos 125 DAE, e taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC), isto é, a taxa de acumulação diária de MS, de 530 kg ha⁻¹ aos 84 DAE.

Apesar de as gramíneas serem comumente tratadas como de lenta decomposição, Torres

et al. (2005) verificaram que a braquiária, comparada a outras gramíneas e leguminosas de cobertura, foi a cultura que apresentou a maior taxa de decomposição após milho, e também a que mais liberou N no processo, provavelmente devido ao alto teor de MS produzida.



Figura 3: *Brachiaria ruziziensis* na entrelinha de um cafezal. Foto do autor.

2.1.4 Aveia-preta

A aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) é muito utilizada no sul do Brasil como planta forrageira, devido a suas propriedades de alto valor nutricional para os animais, com até 26% de proteína bruta, e digestibilidade de até 80%.

A aveia é proveniente de clima temperado e subtropical, porém adapta-se bem à região do Cerrado em condição de safrinha, pois não tolera temperaturas muito elevadas e tolera estresse hídrico. É recomendada como adubo verde de inverno, com plantio de março a junho.

A produtividade da espécie é de cerca de 30 ton de massa verde por ha, sendo cerca de 6 ton/ha de matéria seca. Schuch et al. (2000), contudo, obteve até 9104 kg/ha de MS aos 113 DAE, por ocasião da antese, utilizando sementes de alto vigor. O autor cita Gaudêncio (1995), que obteve produções de até 14627 kg/ha de matéria seca.

A espécie é bastante responsiva à adubação, não tolerando baixa fertilidade do solo (KICHEL; MIRANDA, 2000). Tem hábito de crescimento tipo touceira ereto, com 0,8 a 1,2 metro de altura. No sistema convencional, pode-se fazer semeadura a lanço ou em linha. Neste, recomenda-se espaçamento de 0,17 a 0,25m entre linhas e 60 a 65 sementes por metro linear (55 kg/ha). À lanço, deve-se aumentar a densidade de sementes para 65 kg/ha e incorporá-las com uma gradagem leve. A profundidade ideal deve ser de cerca de 2 a 3 cm. No caso do plantio direto, deve-se aumentar a quantidade de sementes para 75 kg/ha, com o plantio em linhas feito na mesma forma que o plantio convencional.

Alguns agricultores observaram diminuição drástica em algumas doenças de solo após o cultivo de aveia-preta, especialmente *Fusarium* sp e *Rhizoctonia solani*, e também do nematoide *Pratylenchus brachyurus*, porém estudos são necessários para confirmar esta observação empírica.



Figura 4: Campo de aveia-preta. Fonte: Pirai sementes

2.2 Leguminosas

Apesar de em geral não produzirem teor de matéria seca tão grande quanto gramíneas, as leguminosas destacam-se pela capacidade de, em associação com rizóbios do solo/inoculados, como *Rhizobium sp.*, fixarem nitrogênio (N_2) atmosférico, reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada na safra seguinte.

Carvalho et al. (2004), no município de Selvíria, MS, obtiveram produtividade média de 4,27, 2,75 e 6,30 ton/ha de crotalária juncea, feijão guandu e mucuna preta, respectivamente, significativamente menores que milho, com 14,15 ton/ha. Em contraste, Perin, (2004) obteve 7,12 e 9,34 ton/ha de milho e crotalária juncea, respectivamente, resultado atribuído ao corte mais cedo, aos 68 DAP, e à variabilidade resultante de diferentes localidades.

A decomposição é inversamente proporcional ao teor de lignina e relação C/N (FABIAN, 2009). Diversos autores propõem que relações C/N maiores que 25 resultam em coberturas mais estáveis no solo, enquanto que relações menores que essa, como 20:1 em muitas leguminosas, resultam em um material mais rapidamente degradável.

Quando se manejaram milho e crotalária sobre resíduos de soja, verificaram-se 83% e 99% cobertura do solo proporcionada pelos respectivos resíduos 120 dias após a destruição das culturas (FABIAN, 2009).

2.2.1 Crotalária

Talvez uma das culturas de cobertura mais estudadas, a crotalária ocupa posição de destaque na adubação verde. *Crotalaria* constitui um dos maiores gêneros da família Fabaceae, com cerca de 690 espécies, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais da Ásia e África, e também com representantes na América do Sul (GARCIA et al, 2013).

Perin (2004) destaca a alta capacidade de fixação de N pela crotalária, de 173 kg/ha, decorrentes tanto da alta produtividade de fitomassa (9,34 ton/ha), quanto do seu alto teor de N.

Esta leguminosa destaca-se pela capacidade de controle de fitonematoides do solo, consistindo em excelente alternativa para manejo destas pragas. Leandro e Asmus (2012), trabalhando em área infestada com nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) à taxa de 1.360 nematoides/200 cc de solo, obtiveram fator de redução de 0,86 (86% dos nematoides foram eliminados) utilizando *Crotalaria ochroleuca*, diferindo estatisticamente das parcelas que receberam soja e milho.

Charchar e Moita (1999), avaliando o efeito de *Crotalaria spectabilis* sobre populações de *Meloidogyne javanica* em tomate-salada e feijão-de-vagem, obtiveram reduções tanto no índice de multiplicação (IM) de nematoides (este reduziu de 17 a 165 para 11 a 76) quanto no número de ovos do nematoide por planta (de 7.200 a 19.000 para 1.500 a 6.000) , em comparação com parcelas onde foi cultivado quiabeiro antes das culturas avaliadas.

Espécies de crotalaria contribuem com a redução dos nematoides do solo através de diferentes mecanismos, citados por Wang et al. (2002): comportamento de não-hospedeira ou hospedeira alternativa; produção de aleloquímicos tóxicos ou inibitórios; estímulo de flora e fauna antagônicos; aprisionamento do nematoide na raiz, inibindo sua multiplicação.



Figura 5: *Crotalaria spectabilis*. Fonte: Piráí sementes.



Figura 6: *Crotalaria ochroleuca*. Fonte: Piráí sementes.

2.2.2 Guandu-anão

O guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Hill sp.) tem seu centro de origem na Índia, apresentando grande variabilidade genética, com espécies anuais e perenes, que diferem principalmente quanto ao porte, e com grande habilidade de enraizamento a grandes profundidades (ALVARENGA et al., 1995), tendo assim habilidade em reciclar nutrientes e água que seriam perdidos no perfil do solo.

Há grande importância das leguminosas em um sistema que procura incrementar a quantidade e qualidade de resíduos vegetais na superfície do solo. Calvo et al. (2010) demonstraram a influência de guandu-anão na composição da relação C/N das palhadas produzidas nos consórcios das leguminosas com milho e sorgo, reduzindo significativamente os valores da relação, especialmente aos 60 e 90 DAP, de cerca de 32 e 37 nos cultivos solteiros de milho e sorgo para 27 e 31, respectivamente, nos consórcios com o guandu. Isso facilita o suprimento de N para as lavouras subsequentes, com liberação mais imediata do nutriente (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).



Figura 7: Feijão guandu-forrageiro anão. Fonte: Pirai sementes.

2.2.3 Estilosantes

O estilosantes (*Stylosanthes guianensis*) é uma planta perene, semi-ereta, que atinge até 2,50m se permanecer dois anos no campo. Está bem adaptada a solos ácidos e de baixa fertilidade, porém responde bem à adubação. Tem a importante característica de nodulação com estirpes nativas de *Rhizobium*, e tem grande produção de matéria seca, atingindo 8,5 ton ha⁻¹ de

MS da parte aérea (EMBRAPA CPAC, 1993). Pertence a um gênero com dois principais centros de diversidade: Brasil Central e América Central (STACE; CAMERON, 1984).

Silveira et al. (2005) observaram acúmulo de 89 kg ha^{-1} de N, 8 kg ha^{-1} de P e 41 kg ha^{-1} de K na parte aérea de um cultivo de estilosantes cv. Mineirão em Latossolo Vermelho distrófico, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. Essa acumulação máxima ocorreu entre 117 e 124 DAE. Os autores também avaliaram guandu-anão e conseguiram maiores valores de N, sendo 100 kg ha^{-1} para este nutriente, 8 kg ha^{-1} de P, e 40 kg ha^{-1} de K, aos 98 DAE, o que reflete a eficiência maior da leguminosa na fixação biológica de N atmosférico e também a característica de planta anual, com crescimento mais acelerado até os 98 DAE do que a Estilosantes.



Figura 8: Estilosantes Campo Grande. Fonte: Embrapa Gado de Corte.

2.2.4 Mucuna-preta

A mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) é uma espécie bem conhecida quanto às qualidades como planta de cobertura e adubação verde. É uma leguminosa anual de verão, de crescimento indeterminado e má hospedeira dos nematoides de galha, cisto e reniforme, tendo também a capacidade de fixar nitrogênio no solo. Seu centro de origem é localizado no leste asiático, especialmente China e leste da Índia. A produtividade de matéria seca situa-se entre 4,9 e 9,1

ton/ha na região dos Cerrados (ALVARENGA et al, 2001).

Oliveira et al (2002) observaram, entre todos os tratamentos avaliados, maior acúmulo de nutrientes em consórcio de milho com mucuna-preta, enquanto que Calegari (1995) recomenda o consórcio desta leguminosa com milho.

A incorporação dos resíduos de mucuna-preta ao solo é recomendada quando o objetivo é controlar fitonematoides no solo, como constatou Lopes et al (2005) ao obter redução significativa no número de ovos e de galhas de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em raízes de tomateiros. Esta redução, segundo o autor, pode ser devida à presença de compostos nematicidas pré-formados na parte aérea da mucuna, à formação de sub-produtos de decomposição da matéria orgânica ou ainda pelo aumento da microflora antagonista aos fitonematoides.



Figura 9: Mucuna-preta. Fonte: Pirai sementes.

2.3 Outras Famílias Botânicas

2.3.1 Trigo-sarraceno

Apesar do nome, o trigo-sarraceno ou trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum*) não pertence à família das gramíneas, mas à família Polygonaceae. Tem centro de origem na Ásia Central

(FURLAN et al., 2006), de onde se dispersou pela Ásia e outras partes do mundo, chegando à América do Norte no século XVII.

No trabalho de Menezes e Leandro (2004), o trigo-sarraceno destacou-se na acumulação de nutrientes, apesar de ter apresentado a menor produção de fitomassa, 3.576 kg ha^{-1} aos 90 DAE, contra 9.217 kg ha^{-1} de milho, $13.029 \text{ kg ha}^{-1}$ de crotalária juncea, 4.721 kg ha^{-1} de aveia preta e $13.107 \text{ kg ha}^{-1}$ de braquiária ruzizensis, por exemplo.

Em média, a espécie apresentou as maiores quantidades acumuladas de N, K, Ca e micronutrientes em seus tecidos, em comparação aos outros tratamentos. O teor de N na fitomassa de trigo mourisco foi de $3,07 \text{ dag kg}^{-1}$, significativamente superior ao segundo maior teor, de $2,69 \text{ dag kg}^{-1}$ em mucuna rajada. O acúmulo de K também foi expressivo, sendo o valor de $3,41 \text{ dag kg}^{-1}$ o maior entre todos os tratamentos.

Apesar de neste trabalho o trigo-sarraceno não ter se destacado pela absorção de fósforo, esta planta é capaz de extrair fósforo a partir de fosfatos minerais insolúveis em água e em ácidos fracos, através de mecanismos que promovem a formação de humo-fosfatos assimiláveis pela cultura, segundo Cruz (1958 citado por MENEZES; LEANDRO, 2004).



Figura 10: Trigo-sarraceno sobre palhada de milho. 04/11/14. Foto do autor.

2.3.2 Crambe

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma planta pertencente à família Brassicacea, que surgiu como uma opção de cobertura vegetal na safrinha para a região do Cerrado, porém rapidamente teve sua boa capacidade de produção de óleo vegetal a partir de suas sementes descoberta. Sua origem está na região Mediterrânea e nordeste da África, onde existem cerca de 30 espécies do gênero (LEPPIK; WHITE, 1975).

Segundo a Fundação MT, a produtividade da cultivar FMS Brilhante pode chegar a 1500 kg ha⁻¹, sendo o teor de óleo no grão de 36 a 38%, o qual é matéria-prima para a produção de biodiesel.

A espécie tem alta resistência ao estresse hídrico, necessitando de no máximo 150 a 200 mm até o pleno florescimento. Embora a produção de massa seca da parte aérea seja pequena (2.335 kg/ha em Lázaro et al., 2013; 2.688 kg/ha em Heinz et al., 2011), a liberação de K, P e Mg para o solo após o manejo é bastante rápida. Aos 45 dias após o corte, 93%, 68,7% e 72% dos respectivos nutrientes já são liberados para o solo (HEINZ et al, 2011).



Figura 11: Plantas de crambe em diferentes estádios de desenvolvimento. Foto do autor.

3. Efeitos nos Sistemas Produtivos

Os benefícios advindos do uso de cobertura vegetal no solo são amplamente discutidos na literatura, e entraram em voga após um período de tecnificação muito acentuada e uso intensivo do solo e de adubos químicos. Estes provocaram a depauperação de muitos solos do Brasil, principalmente onde o produtor não estava preocupado em criar um sistema sustentável, viabilizando a rotação de culturas e práticas conservacionistas do solo.

É necessário criar um sistema que garanta a permanência de restos culturais no solo por tempo suficiente até o estabelecimento da próxima cultura, em quantidade e qualidade suficientes. Em geral, é aceito que o nível mínimo de resíduos no solo que garante sua devida proteção é de cerca de 7 ton ha⁻¹ (AMBROSANO, 2005).

Como consequência do crescimento da planta de cobertura no local e da presença de seus restos culturais após seu manejo, características de fertilidade, estrutura e inóculo inicial de pragas são melhoradas. Igue (1984) destaca, com o uso de adubos verdes, aumento do teor de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions e da disponibilidade de macro e micronutrientes; formação e estabilização de agregados; diminuição diuturna da amplitude de variação térmica; aumento da infiltração de água e aeração; controle dos nematoides e, no caso das leguminosas, incorporação ao solo de N.

Serão abordados estudos que comprovaram a eficiência das plantas de cobertura na melhoria das propriedades do solo, de forma separada por tópicos.

3.1 Acumulação de Nutrientes

As plantas de cobertura têm a habilidade de funcionar como recicladoras de nutrientes do solo, e no caso da maioria das leguminosas, como fixadoras do nitrogênio atmosférico. Isto é importante pois dos nutrientes encontrados na biomassa vegetal, a maior parte fica disponível para aproveitamento pela cultura seguinte a ser cultivada naquela área.

No caso do nitrogênio, cerca de 60 a 70% do N encontrado nos restos culturais de plantas de cobertura pode ser absorvidos pela cultura seguinte. Já o potássio presente na serrapilheira pode ser totalmente disponibilizado à cultura sucessora, pois este elemento encontra-se

predominantemente na forma iônica K^+ , já que não participa estruturalmente na composição da planta. Deve-se atentar, porém para o fato de que o K movimenta-se facilmente pelo perfil do solo, e assim, pode ser rapidamente lixiviado (SPAIN; SALINAS, 1985 citado por SILVEIRA, 2010).

Consoante Jones e Woodmansee (1979) (citados por SILVEIRA, 2010), 77% do fósforo das folhas ficam disponíveis para absorção pelas plantas que sucedem a adubação verde, o que é um fato empolgante, dada a facilidade com que o fósforo de fontes inorgânicas é adsorvido nos coloides do solo.

Entre as plantas de cobertura que mais acumulam nutrientes essenciais está o milheto. Oliveira et al (2002) observou que milheto e sorgo em cultivo exclusivo e o consórcio mucuna-preta e milheto foram os tratamentos que mais disponibilizaram macronutrientes para as culturas seguintes, em comparação aos tratamentos de mucuna-preta isolada, feijão-de-porco e milho e seus consórcios.

Em experimento analisando o acúmulo de nutrientes em folhas de milheto, braquiária brizantha e capim Mombaça, BRAZ et al. (2004) obtiveram o maior acúmulo de nutrientes no limbo foliar do milheto, e em menor tempo, no intervalo de 52 a 55 DAE. Os valores foram estimados em 348 kg ha^{-1} de N, $36 \text{ de P kg ha}^{-1}$ e $314 \text{ de K kg ha}^{-1}$.

3.2 Efeitos nas Propriedades Físicas do Solo

As plantas de cobertura têm efeitos em todas as propriedades do solo, sejam físicas, químicas ou biológicas. Neste tópico, será analisado como estas plantas podem contribuir com a melhoria das propriedades físicas, como estrutura do solo, estabilidade de agregados, compactação e densidade.

O sistema de plantio direto (SPD) é a técnica de plantio que atualmente domina a agricultura brasileira, e suas consequências para com as propriedades físicas do solo são notáveis. O não revolvimento do solo faz com que os resíduos vegetais presentes no solo sejam mais lentamente decompostos, devido à menor exposição aos microrganismos do solo; a matéria orgânica também é preservada, pois sem o preparo mecânico, estruturas que a protegem fisicamente são preservadas e protegidas de decompositores (SILVEIRA; STONE, 2010).

A vantagem da preservação da serapilheira sobre o solo se reflete na proteção física do mesmo, já que sua baixa densidade reduz a pressão aplicada ao solo por agentes como tratores e implementos agrícolas, e até mesmo pela chuva.

No Sul brasileiro, Campos et al. (1999) concluíram que a cobertura do solo tem estreita associação com a agregação e estabilidade do solo, devido à proteção contra a ação direta das gotas de chuva, manutenção da umidade do solo e diminuição da amplitude térmica, que favorecem o desenvolvimento da atividade microbiana e do sistema radicular, que por sua vez estimulam a agregação do solo.

Gramíneas e leguminosas exercem papel complementar na melhoria física do solo. Campos et al. (1999) descobriram que a sucessão de gramíneas (aveia preta) com leguminosas (tremoço) levaram à maior agregação do solo, devido à grande densidade de raízes das gramíneas (que está associada a efeitos de secamento localizado, maior quantidade de raízes finas, maior infecção por micorrizas, maior liberação de exsudatos e maior decomposição da matéria orgânica), e ao efeito de rápida decomposição e liberação de compostos orgânicos no solo, aumentando também o inóculo micorrízico no solo.

As gramíneas também favorecem a estabilidade dos agregados devido ao maior conteúdo de lignina, aumentando o teor de ácidos húmicos e carboxílicos nos solos e aumentando assim a resistência à compactação (PRIMAVESI, 1982). Tisdall e Oades (1979) (citados por SILVEIRA, 2010) sugerem que a liberação de polissacarídeos por hifas de micorrizas associadas às raízes de gramíneas levam a um aumento na estabilidade de agregados do solo.

3.3 Redução da Emergência de Plantas Daninhas

A camada de palha sobre a superfície do solo exerce tanto um efeito físico quanto químico na emergência de plantas daninhas. Em geral, essa camada limita a passagem de luz até as sementes das plantas infestantes, dificultando sua germinação, além de exercer uma resistência à emergência das plântulas. Algumas plantas também exercem um efeito alelopático sobre a germinação das sementes, devido a compostos oriundos da decomposição da fitomassa ou exsudação das raízes (ALVARENGA, 2001).

Vidal e Trezzi (2004), em estudo sobre a utilização de cobertura de sorgo e milheto na

supressão de plantas daninhas em condição de campo, afirmam que 4 t ha⁻¹ de palha de sorgo ou milho foram suficientes para reduzir a população de *Sida rhombifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Bidens pilosa* em 91, 96 e 59%, respectivamente. Alegam também que os resíduos da parte aérea do sorgo, que liberam compostos de natureza hidrofílica (especialmente ácidos fenólicos) é que são mais importantes na supressão das plantas infestantes, em comparação às raízes dessa cultura. Os mesmos autores afirmam que a supressão da infestação pode ocorrer tanto durante o crescimento vegetativo das espécies como também após sua dessecação, e que, no primeiro caso, ocorrem tanto efeitos alelopáticos como de competição.

O potencial alelopático dos resíduos depende da velocidade de decomposição, do tipo de palhada e também das espécies das sementes de daninhas presentes no solo (TOKURA; NÓBREGA, 2006).

Oliveira et al. (2001) estima um controle de aproximadamente 4,0% no total de invasoras para cada tonelada de palha adiciona ao sistema, como pode ser visto na relação número de plantas daninhas por nível de palha por ha relacionada na figura 12.

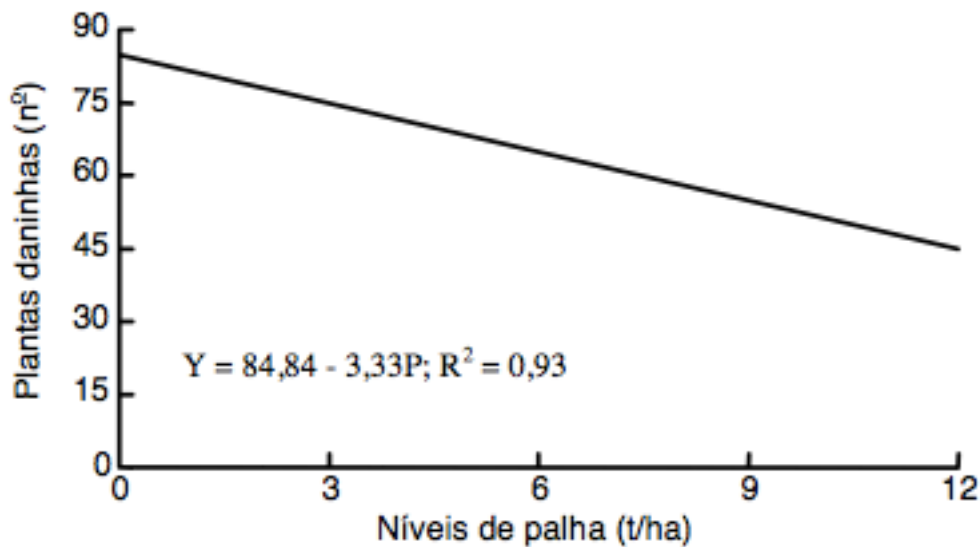


Figura 12: Efeito dos níveis de palha sobre o número total de plantas daninhas. Sete Lagoas, MG, 1999.

Fonte: Oliveira, M. F. de. et al. (2001).

3.4 Efeitos das Plantas sobre a Atividade Microbiana nos Solos

Trabalhos recentes vem indicando a necessidade de adoção de um sistema que permita analisar a qualidade biológica do solo, através de bioindicadores sensíveis a alterações causadas no solo por ação antropogênica, como por exemplo o preparo do solo para plantio convencional, com desestruturação do solo por aração e gradagem.

Neste sentido, foram desenvolvidos indicadores de atributos biológicos como o quociente metabólico (qCO_2), quociente microbiano (q_{mic}), o nitrogênio microbiano (N_{mic}), a taxa de respiração e o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, que serão esclarecidos aqui, a fim de se analisar o efeito de plantas de cobertura nos solos cultivados.

Primeiramente, a biomassa microbiana (BM), termo muito comum na literatura agrônômica, representa a fração viva da matéria orgânica do solo, e é composta obviamente por microrganismos, sendo eles fungos, bactérias, algas, protozoários e actinomicetos. Estes organismos são extremamente importantes pois atuam na decomposição de restos vegetais, estabilidade de agregados e reciclagem de nutrientes, sendo um importante parâmetro na avaliação qualitativa de um solo. A BM corresponde por cerca de 2 a 5% do C orgânico (JENKINSON; LADD, 1981 – citado por SILVEIRA, 2010) e 1 a 5% do N total do solo (ANDERSON E DOMSCH, 1993).

A respiração basal (RB) está ligada à atividade biológica ou metabólica de microrganismos do solo, sendo usualmente medida em $mg\ C\ kg^{-1}\ solo\ dia^{-1}$. Altos valores de RB estão ligados a rápida decomposição dos resíduos vegetais e da matéria orgânica do solo, liberando nutrientes para as plantas com velocidade, porém, no longo prazo, o carbono orgânico do solo será transferido em quantidade significativa para a atmosfera (PARKIN et al., 1996).

O quociente metabólico foi definido por Anderson e Domsch (1993) como a razão entre a respiração basal por unidade de biomassa microbiana do solo por unidade de tempo. Quanto mais eficiente a utilização dos recursos naturais do ecossistema, menor o qCO_2 e menor a perda de CO_2 por respiração e maior a fixação de carbono na forma de microrganismos do solo.

O quociente microbiano (q_{mic}) é obtido pela fórmula CBM/COT , sendo CBM o carbono da biomassa microbiana e COT o carbono orgânico total. Valores mais altos de q_{mic} representam uma maior capacidade de utilização do C do solo, com maior participação deste elemento nos microrganismos do solo.

O N_{mic} representa o N ativo no solo, isto é, a fração do N na forma de biomassa microbiana. Tecnicamente, a relação é obtida dividindo-se o nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) pelo nitrogênio total do solo (NT).

Uma redução no N_{mic} e no q_{mic} podem significar que existe algum fator limitante ao desenvolvimento dos microrganismos, como acidez excessiva, deficiência de algum nutriente, presença de alguma substância inibitória ou algum outro fator prejudicial que diminua a capacidade de utilização do carbono e do nitrogênio do solo.

Silva et al. (2007) realizaram um estudo bastante compreensivo do efeito de plantas de cobertura e do sistema de manejo sobre os atributos biológicos do solo. O estudo foi em Santo Antônio de Goiás, GO (Latossolo Vermelho Distrófico), conduzido em plantio direto e convencional de feijão, com as seguintes culturas de cobertura: braquiária, guandu, milheto, capim-mombaça, sorgo, estilosantes, braquiária consorciada com milho, e mata nativa (controle). Foram coletadas amostras de solo, na profundidade de 0–10 cm, em três épocas: novembro de 2004 (pré-plantio das culturas de coberturas), junho (pré-plantio do feijoeiro) e julho (florescimento do feijoeiro) de 2005.

Os autores encontraram diferenças significativas entre os valores do carbono e do nitrogênio da biomassa microbiana (CBM e NBM) para as diferentes espécies estudadas. A braquiária se destacou com o maior valor de CBM tanto na segunda como na terceira épocas de cultivo, sendo que não houve diferenças entre as culturas na terceira época de cultivo. Maiores valores de CBM indicam maior nível de microrganismos ativos no solo, efetuando processos como decomposição da serrapilheira e reciclagem de nutrientes. Milheto, braquiária (solteira e consorciada) e guandu destacaram-se nos valores de NBM no solo. Maiores valores de NBM , assim como de CBM , indicam melhor qualidade biológica do solo.

Braquiária consorciada, milheto e guandu também destacaram-se no valor de respiração

basal. A curto prazo, maiores valores aumentam a disponibilidade de nutrientes para as plantas, porém pode-se perder importantes quantidades de carbono para a atmosfera a longo prazo.

As mesmas espécies apresentaram os melhores valores de quociente microbiano. Como visto acima, maiores valores de q_{mic} indicam maior capacidade de utilização do C do solo, o que evidencia a eficiência da conversão do carbono microbiano, as perdas de carbono do solo e a estabilização do carbono orgânico pela fração mineral do solo (SPARLING, 1992).

O quociente metabólico apresentou os menores valores com sorgo, estilosantes e capim Mombaça. Menores valores de qCO_2 representam uma utilização mais eficiente dos recursos do meio, indicando uma menor quantidade de energia necessária para manter a atividade metabólica em relação àquela necessária à síntese de biomassa.

Por fim, maiores valores de N_{mic} foram obtidos com braquiária solteira, consorciada, milho e guandu. O N_{mic} representa o N ativo no solo, sendo desejáveis maiores valores deste atributo.

Pode-se perceber que, em geral, as gramíneas promovem melhores condições para o desenvolvimento da microbiologia do solo, juntamente com o guandu. O experimento também permitiu comparar as diferenças entre os atributos biológicos observados em plantio direto e convencional e os resultados evidenciaram a superioridade do SPD em todos os fatores, principalmente no CBM, RB e qCO_2 .

3.5 Efeitos na Macrofauna do Solo

A biologia do solo começa a ser cada vez mais valorizada pelos agricultores brasileiros, pois os organismos presentes são bons indicadores da qualidade do meio em que as sementes das culturas comerciais serão plantadas. Os invertebrados, por exemplo, tem influência comprovada na regulação da atividade microbiana, na agregação do solo e suas propriedades hidráulicas, na matéria orgânica do solo e dinâmica de decomposição de restos culturais, na pedogênese e no crescimento das plantas (LAVELLE, 1996).

Os macrorganismos do solo são altamente sensíveis à atividade antropogênica e comunidades nativas tendem a desaparecer em agroecossistemas (LAVELLE, 1996). Por esta razão, o manejo que visa melhorias na qualidade do solo através do uso de plantas de cobertura também resulta num incremento da atividade de invertebrados benéficos às plantas, como observou Santos et al. (2008).

A diversidade de organismos no solo é extremamente elevada, estimada entre 5 e 80 milhões de espécies, sendo a maior parte de invertebrados, principalmente insetos (SILVEIRA; STONE, 2010). A macrofauna apresenta diâmetro corporal entre 2 e 20 mm e, devido a sua grande mobilidade no perfil do solo exercem os importantes papéis de transporte de materiais vegetais e a construção de galerias que podem atingir vários metros de profundidade.

Os organismos de papéis mais reconhecidos são as minhocas (Oligochaeta), formigas (Hymenoptera) e cupins (Isoptera). Estes animais afetam substancialmente a estrutura do solo, rearranjando suas partículas e mudando, pois, a distribuição dos poros e, assim, a capacidade de infiltração e emissão de gases (BEARE et al., 1995). O tamanho destes seres vivos permite que ocorram relações anisossimbióticas com a microflora existente nos seus intestinos, relações estas mais eficientes do que as existentes com os resíduos fecais destes macrorganismos, produzindo estruturas organo-minerais de interesse e aumentando o processo de mineralização da matéria orgânica (LAVELLE, 1996).

Os invertebrados também atuam como tampões locais dos sistemas agrícolas, permitindo a reciclagem eficiente de nutrientes e diminuindo sua lixiviação do solo para águas subterrâneas, córregos e rios (SILVEIRA; STONE, 2010). Resíduos são mineralizados e substratos orgânicos humificados pela atividade dessa fauna, que também são responsáveis pela criação de estruturas biogênicas que podem ter o papel de incubar micróbios ou microsítios para o sequestro de carbono e nutrientes (BLANCHART et al. 1999, citado por SILVEIRA; STONE, 2010).

O trabalho de Santos et al. (2008) é de grande representatividade na análise do efeito de plantas de cobertura na macrofauna de um latossolo em plantio direto do Cerrado (Tabela 1). Eles observaram um efeito significativo das plantas de cobertura sobre a densidade relativa e grupos taxonômicos da macrofauna do solo, sendo as coberturas de leguminosas as que apresentaram maior densidade relativa de invertebrados, especialmente a crotalária, com 16,3%

da densidade total e cerca de 288 e 396 indivíduos/m² em Abril e Setembro de 2005, respectivamente. As gramíneas, especialmente sorgo e braquiária, favoreceram principalmente os organismos da serrapilheira, como Araneae, Miriapoda, larvas de Diptera e Coleoptera, que são responsáveis pela fragmentação da matéria orgânica ou predadores. O capim Mombaça e o milho foram os tratamentos que apresentaram a menor abundância de indivíduos.

As famílias de macrorganismos observados no trabalho foram, em ordem decrescente de densidade relativa: Formicidae, Oligochaeta, Dermaptera, Coleoptera adulto, larva de Coleoptera, Hemiptera, Miriapoda, Isoptera, Araneae, Lepidoptera, Blattodea e larvas de Diptera. A baixa densidade de Isoptera, em comparação a outros trabalhos publicados, deve-se provavelmente às melhores condições de fertilidade e % de matéria orgânica do experimento.

Deve-se ter em mente que o objetivo do manejo de macrorganismos do solo deve não só ser elevar o número de espécies da comunidade, mas manter a fauna existente e enfatizar certas espécies e/ou processos a fim de se atingir determinados objetivos específicos e de maior importância significativa conforme o sistema agrícola em foco (LAVELLE, 1996).

Tabela 1: Principais grupos taxonômicos e densidade da macrofauna edáfica associada às diferentes plantas de cobertura, em abril e setembro de 2005.

Tratamentos	Grupos taxonômicos (Indivíduos m ⁻²)											Dens. total	N ^o de Grupos	
	Form	Olig	Lepd	ColA	LCol	Hemi	Derm	Blat	Aran	Isop	Miri			Dipt
Abril de 2005														
Sorgo	24(±4,0)b	20(±10,0)a	0a	56(±5,8)ab	68(±6,9)ab	44(±6,6)a	12(±4,9)a	0a	20(±4,9)a	104(±14,4)a	4(±2,8)a	4(±2,8)a	356(±13,0)ab	10
Mombaça	24(±5,3)b	80(±6,9)a	0a	20(±2,8)ab	16(±5,7)bc	12(±3,9)a	36(±6,0)a	4(±2,8)a	0b	0a	4(±2,8)a	4(±2,8)a	232(±9,1)ab	8
Milheto	48(±3,6)b	92(±8,9)a	0a	8(±3,0)b	24(±4,5)bc	4(±2,8)a	84(±8,9)a	4(±2,8)a	4(±2,8)ab	0a	0a	4(±2,8)a	272(±8,7)ab	9
Braquiária+milho	116(±12,7)ab	116(±6,5)a	0a	40(±7,1)ab	20(±3,9)bc	24(±6,2)a	92(±7,4)a	4(±2,8)a	8(±3,0)ab	0a	4(±2,8)a	0a	424(±11,0)a	9
Braquiária	68(±6,3)ab	60(±6,9)a	8(±4,0)a	68(±7,4)ab	8(±3,0)c	12(±2,8)a	40(±5,8)a	12(±3,9)a	0b	0a	44(±6,3)a	0a	320(±9,9)ab	9
Guandu	44(±7,5)b	44(±8,2)a	0a	8(±4,0)b	4(±2,8)c	4(±2,8)a	12(±4,9)a	0a	0b	4(±2,8)a	4(±2,8)a	0a	124(±10,0)b	8
Crotalaria	288(±20,3)a	104(±7,1)a	20(±5,5)a	72(±5,3)a	16(±4,8)bc	8(±4,0)a	44(±7,8)a	0a	4(±2,8)ab	0a	0a	4(±2,8)a	560(±18,7)a	9
Estilosantes	108(±11,1)ab	80(±10,0)a	8(±4,0)a	32(±7,3)ab	88(±8,0)a	8(±4,0)a	24(±6,2)a	0a	8(±3,0)ab	0a	0a	0a	356(±11,3)ab	8
Média	45	37	2	19	15	7	22	2	3	7	6	1	165	
EP	6,6	4,0	1,9	3,6	3,9	2,6	3,9	1,4	1,8	4,3	3,1	1,0	8,1	
Setembro de 2005														
Sorgo	380(±17,4)ab	104(±9,3)a	4(±2,8)a	92(±3,9)a	56(±6,2)a	40(±8,9)a	64(±9,8)a	0a	8(±3,0)a	0b	8(±3,0)ab	8(±3,0)a	764(±23,1)ab	10
Mombaça	44(±7,8)b	124(±11,1)a	0a	12(±3,9)a	8(±4,0)a	36(±7,9)a	48(±4,3)a	0a	12(±3,9)a	0b	16(±4,3)ab	0a	300(±13,9)b	8
Milheto	76(±7,3)ab	236(±13,5)a	8(±4,0)a	68(±6,5)a	32(±5,4)a	32(±5,1)a	80(±5,6)a	8(±3,0)a	8(±4,0)a	0b	20(±4,9)ab	0a	568(±15,1)ab	10
Braquiária+milho	324(±17,6)ab	120(±12,5)a	0a	60(±7,8)a	36(±5,7)a	32(±5,9)a	88(±6,4)a	0a	8(±4,0)a	8(±3,0)ab	8(±3,0)ab	12(±3,9)a	696(±19,4)ab	10
Braquiária	332(±22,5)ab	128(±7,3)a	0a	76(±5,5)a	40(±4,5)a	128(±12,7)a	112(±8,9)a	16(±5,7)a	32(±6,6)a	20(±6,3)ab	60(±7,5)a	8(±4,0)a	952(±25,8)a	11
Guandu	516(±24,8)a	132(±10,9)a	4(±2,8)a	64(±3,6)a	56(±8,5)a	20(±2,8)a	64(±7,9)a	0a	8(±3,0)a	16(±5,7)ab	20(±6,3)ab	4(±2,8)a	920(±24,9)ab	10
Crotalaria	396(±15,7)ab	216(±12,8)a	0a	20(±4,5)a	8(±3,0)a	16(±3,6)a	64(±7,9)a	0a	4(±2,8)a	68(±9,9)a	20(±4,9)ab	0a	812(±20,4)ab	9
Estilosantes	264(±13,8)ab	268(±13,3)a	0a	56(±7,3)a	100(±10,4)a	28(±3,9)a	36(±6,5)a	0a	4(±2,8)a	4(±2,8)ab	0b	0a	760(±15,4)ab	8
Média	138	86	1	26	21	21	34	2	5	7	8	2	352	
EP	8,8	5,7	1,0	3,7	3,8	4,2	3,5	1,7	2,1	3,2	3,1	1,5	10,1	

(¹)Médias seguidas por letras iguais, na coluna, dentro de cada data, não diferem entre si ($p < 0,1$) pelo teste de Tukey; os valores incluídos entre parênteses referem-se ao erro-padrão; Form: Formicidae; Olig: Oligochaeta; Lepd: Lepidoptera; ColA: Coleoptera adulto; Lcol: larva de Coleoptera; Hemi: Hemiptera; Derm: Dermaptera; Blat: Blattodea; Aran: Araneae; Isop: Isoptera; Miri: Miriapoda; Dipt: larvas de Diptera. Dens.: densidade.

Fonte: Santos et al (2008).

3.6 Efeitos nas Propriedades Químicas do Solo

A adoção cada vez maior de plantas de cobertura, principalmente o milho e o sorgo, tem evoluído paralelamente à expansão do sistema de plantio direto. A manutenção de resíduos vegetais sobre o solo por longos períodos tem efeitos tanto em características físicas, como estrutura e porosidade do solo, assim como nas características químicas, de teor e disponibilidade de nutrientes em superfície e subsuperfície (SILVEIRA; STONE, 2010).

O solos do Cerrado já são, em sua maioria, ácidos e pobres em elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, sejam eles macro ou micronutrientes. Em consequência, o manejo adequado destes solos é crítico para a obtenção de altas produtividades, e os benefícios obtidos com o SPD estão ligados ao estabelecimento de um ambiente favorável à manutenção e recuperação da qualidade do solo (SILVEIRA; STONE, 2010), através de fatores já explicados neste trabalho e outros relacionados à fertilidade, que serão analisados neste item.

Culturas como milho e sorgo possuem um sistema radicular agressivo, capazes de explorar um amplo perfil de solo e reciclar grandes quantidades de nutrientes não extraídos pelas culturas principais no verão, e que seriam possivelmente perdidos para camadas não exploradas pelas raízes dessas plantas (ALTMAN, 2001). A decomposição lenta e gradual dos seus resíduos liberam macro e micronutrientes em formas orgânicas lábeis, que podem ser disponibilizados para a cultura subsequente mediante mineralização (CALEGARI, 2004).

Em experimento na Embrapa Arroz e Feijão, em Latossolo-Vermelho distrófico, Silveira et al. (2010) avaliaram o efeito de diferentes plantas de cobertura nos atributos químicos do solo. Segundo Anghinoni e Nicolodi (2004), os compostos orgânicos dos resíduos vegetais de plantas de cobertura podem neutralizar os efeitos acidificantes causados pela liberação de grupos carboxílicos e fenólicos liberados por adubos nitrogenados, pela exportação de minerais como Ca, Mg e K pelas colheitas e pela decomposição de outros resíduos. Porém, em geral, os adubos verdes diminuíram o valor do pH do solo no experimento, o que pode ser explicado pela variação existente entre a alcalinidade das cinzas dos resíduos, e pela oxidação dos ânions orgânicos adicionados.

Antes da humificação, contudo, a complexação de H e Al com compostos liberados pelo resíduo vegetal podem levar a um aumento do pH. Desta forma, pode-se constatar um aumento na CTC do solo devido à maior quantidade dos cátions de reação básica de Ca, Mg e K livres em solução (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

As gramíneas sobressaíram-se em relação às leguminosas no experimento de Silveira, proporcionando as maiores incrementos nos atributos químicos do solo, sendo o milho a cobertura de destaque, pois proporcionou teor de potássio no solo maior que qualquer outra cobertura vegetal em todas as camadas de solo avaliadas, alto teor de fósforo, principalmente em camadas mais profundas (ver tabela 2) e também alto teor do micronutriente ferro. O capim Mombaça foi o tratamento com acúmulo mais significativo de Mg, enquanto que milho e braquiária consorciados elevaram o teor e cobre e zinco. Entre as leguminosas, o destaque foi para o teor de cálcio no solo na parcela rotacionada com crotalária.

O aumento da disponibilidade de nutrientes no solo pode ser explicado pela competição pelos sítios de adsorção de nutrientes entre os ácidos orgânicos provenientes das plantas de cobertura e os próprios nutrientes presentes no solo, o que provoca maior concentração destes na solução (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

Segundo alguns autores (ROSOLEM et al., 2004; FRANCHINI et al., 1999), a eficiência da correção do pH do solo com a aplicação superficial de calcário em plantio direto é devido em grande parte à liberação de compostos orgânicos hidrossolúveis de baixa massa molar pelos resíduos vegetais na superfície do solo. Esses ácidos também podem ser originados de exsudatos radiculares e microbianos (FRANCHINI et al., 2003). Portanto, certos materiais vegetais podem tanto aumentar o efeito da calagem como aumentar a disponibilidade de nutrientes pela complexação de Ca e Mg, elevação do pH e neutralização do alumínio em profundidade.

Veronese et al (2012) relata que braquiária e milho em rotação com a soja, associadas à calagem a 20 cm de profundidade, melhoram os parâmetros de acidez do solo e a disponibilidade e ciclagem de P no sistema de produção, aumentando a produtividade de grãos.

Tabela 2: Valores de pH, dos nutrientes Ca, Mg, P e K e de matéria orgânica (M.O) em função de diferentes plantas de cobertura e profundidade de amostragem do solo (Santo Antônio de Goiás, GO, 2005).

Cultura de cobertura	pH	Ca	Mg	P	K	M.O.
	água (1:2,5)	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	g dm ⁻³
<i>Profundidade do solo: 0-5 cm</i>						
Braquiária	6,02 a	2,32	1,13 ab	35,78	101,5	19,5
Milho e braquiária	5,78 ab*	2,07	0,67 b	27,48	84,8	19,8
Guandu	5,72 ab*	2,38	0,70 b	42,68	70,5	19,8
Milheto	6,10 a	2,68	1,13 ab	25,83	110,8	19,5
Mombaça	5,98 ab	2,52	1,34 a	25,95	67,5	19,8
Sorgo	6,02 a	2,38	0,82 ab	41,65	92,5	20,0
Estilosantes	5,55 b*	2,09	0,58 b	27,03	72,5	19,5
Crotalária	6,00 a	2,90	1,01 ab	21,38	64,0	19,8
DMS ¹	0,44	1,05	0,57	39,40	54,2	1,7
CV ² (%)	3,19	18,50	26,41	54,32	27,89	3,59
Controle	6,15	2,47	1,00	18,22	104,3	20,0
<i>Profundidade do solo: 5-10 cm</i>						
Braquiária	5,88	2,07	0,86	39,53	78,2	18,2
Milho e braquiária	5,52 *	1,69	0,48	45,78	68,8	18,2
Guandu	5,72	2,14	0,64	45,00	61,8	18,0
Milheto	5,80	1,80	0,59	58,70 *	97,5	18,2
Mombaça	5,82	2,00	0,87	31,73	61,2	18,8
Sorgo	5,75	2,00	0,52	48,08	67,2	18,8
Estilosantes	5,55 *	1,73	0,44	30,65	59,5	18,2
Crotalária	5,95	2,36	0,74	29,43	68,5	18,5
DMS	0,56	1,30	0,54	44,70	50,6	2,0
CV (%)	4,20	28,08	35,52	46,43	30,72	4,65
Controle	6,10	2,17	0,80	20,17	90,1	17,6
<i>Profundidade do solo: 10-20 cm</i>						
Braquiária	5,72	1,42	0,52	23,20	65,5	16,0
Milho e braquiária	5,50	1,48	0,41	50,52 *	58,2	16,0
Guandu	5,62	1,60	0,41	49,48 *	67,5	16,2
Milheto	5,78	1,78	0,56	51,50 *	80,0	16,0
Mombaça	5,62	1,46	0,59	36,75	55,5	16,5
Sorgo	5,70	1,78	0,45	51,38 *	73,8	16,5
Estilosantes	5,50	1,44	0,37	39,78	56,0	16,0
Crotalária	5,70	1,73	0,52	33,68	59,5	15,2
DMS	0,61	1,39	0,39	32,79	43,2	2,0
CV (%)	4,62	37,38	34,66	33,31	28,58	5,32
Controle	5,98	1,77	0,61	20,88	77,5	15,4

¹ DMS: diferença mínima significativa; ² CV: coeficiente de variação.

* Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem, significativamente, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, e as seguidas de um asterisco diferem, significativamente, do controle, pelo teste de Dunnett, a 5%.

Fonte: Silveira et al. (2010).

4. Recomendações de Semeadura e Épocas de Estabelecimento para Culturas de Cobertura

Em geral, a melhor época para estabelecimento das plantas de cobertura mais utilizadas no Brasil acontece no início da temporada das chuvas, que na região dos Cerrados acontece normalmente a partir de outubro. Contudo, esta época coincide com o plantio da maioria das culturas comerciais e portanto geralmente inviabiliza o estabelecimento das coberturas nesta época (ALVARENGA; CRUZ; VIANA, 2011).

Entretanto, uma exceção onde o plantio de coberturas como o milho e crotalárias favorece diretamente a produtividade da safra principal acontece com alguns produtores de algodão, por exemplo. Neste caso, uma estratégia é cultivar as coberturas nas áreas onde o plantio de algodão acontecerá mais cedo (normalmente em dezembro), deixando outras áreas para a produção de soja, por exemplo, pois muitas propriedades cotonicultoras são muito extensas, o que gera uma janela de plantio do algodão consideravelmente extensa (Milton Cesar Zancanaro – comunicação pessoal – Fazenda Dileta, 2014).



Figura 13: Milheto em fase inicial de desenvolvimento, precedendo algodão, no Oeste da Bahia. Foto do autor, 6 de novembro de 2014.

Alternativamente, grande parte dos agricultores utiliza a época de safrinha, especialmente quando não há boas perspectivas de regularidade de chuvas, para cultivar as plantas de cobertura que os interessam, pois estas envolvem menores custos de produção em comparação com culturas comerciais e ainda trazem promessas de aumento da produtividade da cultura subsequente cultivada naquela área. As crotalárias, o sorgo e milheto são comumente plantados nesta época (Milton Cesar Zancanaro –comunicação pessoal – Fazenda Nossa Senhora de Fátima, 2013).

Também é possível estabelecer as plantas de cobertura após a colheita da safrinha, a fim de aproveitar qualquer precipitação que possa ocorrer e assim promover o crescimento das plantas, estimulando, mesmo que limitadamente, a reciclagem de nutrientes e a formação de palhada para plantio direto, proteção do solo, controle de plantas daninhas, etc. Nesta categoria encontram-se plantas como o crambe e o trigo sarraceno, altamente resistentes à falta d'água e de baixo custo para o produtor.

Há que se atentar, contudo, para a sensibilidade de alguns materiais ao fotoperíodo. Amabile et al. (2000), analisando o comportamento de *Crotalaria juncea*, mucuna-preta, guandu e *Crotalaria ochroleuca* sob diferentes épocas de semeadura e espaçamento na região dos Cerrados, constataram que ambas as crotalárias e o feijão guandu apresentaram redução da produção de matéria seca e verde conforme o plantio era atrasado do início da estação chuvosa até seu fim, devido à sensibilidade destes materiais ao alongamento das noites. A diminuição da produção ocorreu pois quanto mais tarde a cultura era semeada, menor seria a fase vegetativa destas plantas, pois a floração era estimulada mais cedo. A mucuna-preta, contudo, não apresentou essa redução e portanto é uma espécie indicada para plantios tardios.

Filho et al. (2004) alertaram para a necessidade de adaptação das plantas de cobertura ao local de plantio. Para a região dos Cerrados, recomendam espécies rústicas que tolerem a falta de chuvas na época de entressafra, e com resíduos persistentes para melhor conservação do solo. Na avaliação dos autores, a mucuna-preta foi o tratamento que proporcionou maior cobertura do solo, sendo girassol o de menor cobrimento. Outros tratamentos foram aveia-preta, crotalária juncea, feijão-bravo-do-ceará, guandu e milheto.

Um quadro resumo das plantas de cobertura mais comuns, seus espaçamentos, densidade de semeadura e características morfofisiológicas pode ser visto na tabela 3.

Tabela 3: Tabela resumo para algumas das principais culturas de cobertura utilizadas no Brasil. Fonte: Pirai semente.

REFERÊNCIA	IDENTIFICAÇÃO				SEMEADURA						CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE - CULTIVAR						QUALIDADE				
	Nome Comum	Cultivar	Nome Científico	Família	Profundidade (cm)	Espaçamento (m)		Linha		A tempo		Esp. de plantio	Matur. Positivo %	Massa Verde (t/ha) 'S	Massa Seca (t/ha) 'S	Alcure (m) 'S	N. Inoculabilidade (t/ha) 'S	Hábito de crescimento	Ciclo	Qualidade	
						Entrelinhas	Entrelinhas	Sementes / metro linear	Sementes / m ²	Densidade (t/ha) '2	Densidade (t/ha) '2									Mat. %	Positivo %
VARIEDADES DE ADUBOS VERDES DE PRIMAVERA - VERÃO																					
1	Catolômbia	Comum	<i>Calopogonium mucronoides</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	30 a 35	8	70 a 80	10	Out - Nov	Set - Mar	20 a 30	4 a 5	0,4 a 0,8	370 a 450	Trepadora	Perene	60	85	
2	Crotalaria breviflora	Comum	<i>Crotalaria breviflora</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	30 a 35	12	75 a 80	15	Out - Nov	Set - Dez	15 a 20	3 a 5	0,8 a 1,0	98 a 160	Arbustivo ereto	Anual	75	98	
3	Crotalaria juncea	JAC-081	<i>Crotalaria juncea</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	22 a 27	25	55 a 60	30	Out - Nov	Set - Mar	40 a 60	10 a 15	2,0 a 3,0	300 a 450	Arbustivo ereto	Anual	60	98	
4	Crotalaria-echinoleuca	Comum	<i>Crotalaria echinoleuca</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	40 a 45	6	100 a 120	8	Out - Nov	Set - Dez	20 a 30	7 a 10	1,5 a 2,0	200 a 300	Arbustivo ereto	Anual	75	95	
5	Crotalaria-spectabilis	Comum	<i>Crotalaria spectabilis</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	30 a 35	12	80 a 85	15	Out - Nov	Set - Dez	20 a 30	4 a 6	1,0 a 1,5	100 a 150	Arbustivo ereto	Anual	60	95	
6	Folho-de-porco	Comum	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Poaceae (Gramineae)	2 a 5	0,30	4 a 5	100	10 a 12	120	Out - Nov	Set - Mar	20 a 40	3 a 6	0,8 a 1,0	80 a 160	Herbáceo determinado	Anual	75	99	
7	Guandá-ferrugineo	Cajal e Frei-luiz	<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	20 a 25	60	50 a 55	70	Out - Nov	Set - Mar	20 a 40	5 a 9	2,0 a 3,0	120 a 220	Arbustivo ereto	Semi-perene	70	98	
8	Guandá-ferrugineo (anão)	JAPAR-43 - Anão	<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	20 a 25	35	55 a 60	45	Out - Nov	Set - Dez	20 a 30	4 a 7	1,0 a 1,5	100 a 180	Arbustivo ereto	Anual	70	98	
9	Labiab	Rongai	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	10 a 12	50	25 a 30	60	Out - Nov	Set - Mar	15 a 30	3 a 6	0,5 a 1,0	80 a 160	Trepadora	Anual	70	98	
10	Lençema	Comum	<i>Leucaena leucostachya</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	15 a 20	25	35 a 40	30	Out - Nov	Set - Mar	20 a 30	6 a 8	2,0 a 3,0	150 a 200	Arbustivo ereto	Semi-perene	60	98	
11	Hilveto	BRS-1501	<i>Periwinkia filiformis</i>	Poaceae (Gramineae)	2 a 3	0,25	50 a 55	12	240 a 250	15	Out - Nov	Set - Mar	40 a 50	8 a 10	1,5 a 2,5	100 a 200	Touceira ereto	Anual	75	95	
12	Mucuna-anã	Comum	<i>Mucuna deeringiana</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	6 a 8	80	14 a 16	100	Out - Nov	Set - Dez	10 a 20	2 a 4	0,5 a 1,0	50 a 100	Herbáceo determinado	Anual	70	98	
13	Mucuna-cruza	Comum	<i>Mucuna cruziana</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	3 a 4	70	8 a 10	90	Out - Nov	Set - Mar	40 a 50	7 a 8	0,5 a 1,0	180 a 220	Trepadora	Anual	70	98	
14	Mucuna-jerita	Comum	<i>Mucuna altissima</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	3 a 4	60	8 a 10	80	Out - Nov	Set - Mar	40 a 50	7 a 8	0,5 a 1,0	180 a 220	Trepadora	Anual	70	98	
15	Purêfita (Kudzu-tropical)	Comum	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	30 a 35	10	70 a 80	12	Out - Nov	Set - Mar	20 a 30	4 a 5	0,4 a 0,8	100 a 120	Trepadora	Perene	60	98	
16	Soja-perene	Comum	<i>Neorostelia rugelii</i>	Fabaceae (Leguminosae)	1 a 2	0,30	35 a 40	5	60 a 90	6	Out - Nov	Set - Mar	20 a 30	4 a 5	0,4 a 0,8	60 a 80	Trepadora	Perene	60	98	
VARIEDADES DE ADUBOS VERDES DE OUTONO - INVERNO																					
17	Avale-amarela	São Carlos	<i>Avena byzantina</i>	Poaceae (Gramineae)	2 a 3	0,25	50 a 55	55	240 a 260	65	Abr - Mai	Mar - Jun	25 a 50	3 a 6	0,8 a 1,2	60 a 80	Touceira ereto	Anual	75	95	
18	Avale-preta	EMBRAPA 29 (Caro)	<i>Avena strigosa</i>	Poaceae (Gramineae)	2 a 3	0,25	60 a 65	55	300 a 320	65	Abr - Mai	Mar - Jun	30 a 60	3 a 6	0,8 a 1,2	50 a 70	Touceira ereto	Anual	75	95	
19	Nabo-ferrugineo	CATI AL-1000	<i>Raphanus sativus</i>	Brassicaceae (Cruciferae)	1 a 2	0,25	25 a 30	12	120 a 140	15	Abr - Mai	Mar - Jun	20 a 30	2 a 3	0,5 a 1,5	30 a 60	Herbáceo determinado	Anual	60	98	
20	Trenópo-branco	Comum	<i>Lupinus albus</i>	Fabaceae (Leguminosae)	2 a 3	0,30	8 a 10	50	18 a 20	60	Abr - Mai	Mar - Jun	20 a 30	2 a 3	0,8 a 1,2	60 a 90	Arbustivo ereto	Anual	75	98	

5. Uso de Plantas de Cobertura por Produtores Rurais no Brasil

Com a finalidade de descobrir se os produtores rurais do Brasil realmente aproveitam todos os benefícios trazidos pelas culturas de cobertura e se todo o investimento em pesquisa nesta área retorna ao país por meio da produção agrícola, foi realizada uma pesquisa sobre o uso destas plantas por parte dos agricultores.

Por meio de questionário online, enviado por correio eletrônico a 203 produtores entre outubro e novembro de 2014, os participantes responderam a perguntas sobre as espécies que mais utilizam em seu sistema de produção, qual a periodicidade de cultivo das plantas de cobertura, quais foram as vantagens e desvantagens observadas ao se utilizar tais plantas, necessidade de adaptação de maquinário ao cultivo dos adubos verdes, entre outras.

Infelizmente, a taxa de resposta ao questionário foi bastante baixa, visto que se contava somente com a boa vontade de um produtor utilizar seu tempo para responder ao questionário de teor acadêmico. Foram obtidas 23 repostas, ou seja, apenas 11,3% dos destinatários responderam à pesquisa. A maior dificuldade encontrada foi convencer os produtores a responderem à pesquisa.

5.1 O Questionário

A estrutura do questionário utilizado está descrito a seguir, e sua visualização online pode ser vista no item 7- Anexos.

O(A) senhor(a) já fez ou faz uso de plantas de cobertura? Sim/Não

Quais? Crotalária; Milheto; Sorgo; Trigo sarraceno; Crambe; Outros

Em qual ecossistema se situa a propriedade? Cerrado; Mata Atlântica; Pantanal; Caatinga; Pampa; Amazônia.

Qual a extensão média da área explorada com a cultura de cobertura? Até 50ha; Entre 50 e 100ha; Entre 100 e 200ha; Entre 200 e 400ha; Entre 400 e 1000ha; Entre 1000 e 2000ha; Mais de 2000ha.

Qual a periodicidade de cultivo da planta de cobertura? Duas vezes por ano; Uma vez por ano; A cada dois anos; A cada três anos; A cada quatro ou mais anos.

Qual a época de implantação da cobertura vegetal utilizada? Após a colheita da safrinha; Após a colheita da safra principal; Precedendo a safra principal; Outros.

Foi observada alguma vantagem no uso destas plantas? Sim; Não

Selecione as vantagens observadas em se utilizar a cobertura vegetal: Aumento de produtividade da cultura subsequente; Controle de nematoides; Controle de erosão; Melhoria da estrutura do solo; Controle de plantas daninhas; Renda obtida com a colheita da cultura; Outros

Quais as desvantagens de se utilizar tais plantas? Obtenção de sementes; Custo (relação custo/benefício); Época de estabelecimento; Destruição dos resíduos; Ocupação da terra; Outros; Não há desvantagem.

O custo de implantação da cultura é amortizado? Seja por venda do produto obtido ou benefícios indireto subsequentes. Não; Parcialmente; Sim, integralmente.

Em relação ao maquinário/implementos para semeadura, houve necessidade de adaptação/aquisição? Em caso afirmativo, para satisfazer qual/quais das seguintes operações? Espaçamento entre-linhas; Profundidade de plantio; Espaçamento entre plantas; Dispersão de sementes; Outro; Não foi necessário.

Em relação ao maquinário/implementos para outras etapas, houve necessidade de adaptação/aquisição? Em caso afirmativo para satisfazer qual/quais das seguintes etapas? Colheita; Incorporação; Dissecação; Outro; Não foi necessário.

Se a cultura for colhida, qual o seu destino? Uso para próxima safra; Venda; Alimentação animal; Outro.

Qual é o maior benefício da exploração com a cultura de cobertura? (Questão aberta para ser respondida pelo produtor)

O(A) senhor(a) recomendaria outro produtor a usar cobertura vegetal no solo? Sim; Não.

5.2 RESULTADOS DA PESQUISA

Todos os 23 participantes já fizeram ou fazem uso de plantas de cobertura. A maioria possui propriedade no Cerrado (19 participantes ou 83%), sendo 3 na Mata Atlântica (13%) e 1 nos Pampas (4%). Em relação à área de cultivo com as espécies de cobertura, houve grande dispersão dos dados (Figura 14): 26% dos participantes cultivam uma área entre 200 e 400ha; 22% entre 400 e 1000ha; 17% entre 100 e 200ha; 13% entre 50 e 100ha; 9% mais de 2000ha, mesmo percentual para áreas de até 50ha e 4% semeiam áreas entre 1000 e 2000ha.

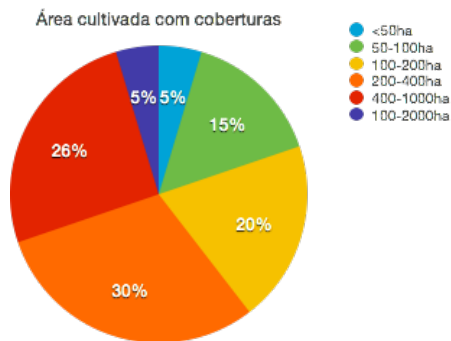


Figura 14: Área cultivada com coberturas vegetais em % de participantes.

A cultura de cobertura mais cultivada pelos produtores é a crotalária (*Crotalaria* spp), com 83% das propriedades cultivando esse gênero atualmente ou em algum momento do passado (Figura 15). Em segundo lugar, 74% das propriedades já semearam milheto. Crambe vem em terceiro lugar, com 30% das respostas. Trigo-mourisco segue em quarto, com 26% de participação, enquanto sorgo vem empatado com aveia (preta e branca) em último, com 22%. Braquiárias seguem, com 17%. Com menos de 10% de participação, seguem as seguintes culturas: mucuna-preta, mucuna-cinza e mucuna-anã; ervilhaca; nabo forrageiro; tremoço; capim pé-de-galinha; girassol; setária; chícharo; amendoim forrageiro.

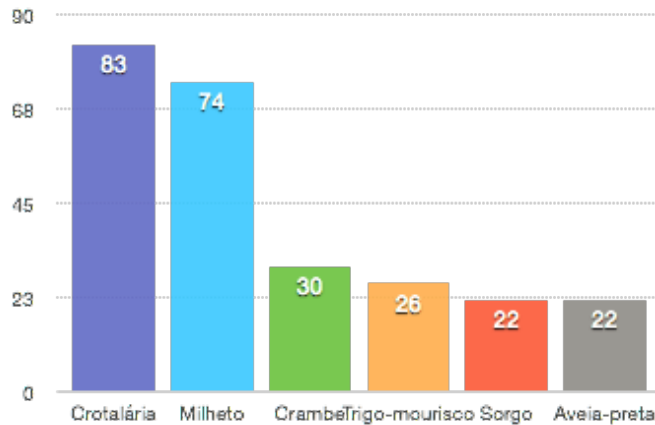


Figura 15: Espécies mais utilizadas pelos participantes da pesquisa, em % de respostas.

Quanto à periodicidade de cultivo (Figura 16), 78% das respostas indicam utilizar a planta de cobertura apenas uma vez por ano. 13% dos agricultores utilizam-nas a cada dois anos e 9%, duas vezes por ano. Não houve nenhuma resposta para períodos maiores que três anos.

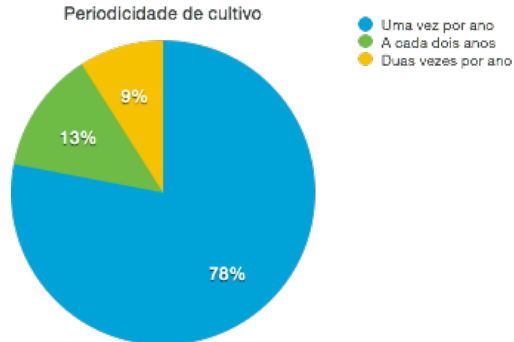


Figura 16: Periodicidade de cultivo das coberturas, em % de respostas.

O período preferido para implantação das coberturas (Figura 17) é após a colheita da safra principal, com 78% das respostas. 39% fazem um uso mais tardio, semeando as culturas após a colheita da safrinha. Quantidade significativa de respostas apontam uso precedente à safra principal, com 35% de participação. Os resultados demonstram que há variações ano a ano quanto à época de estabelecimento, pois 48% dos participantes indicaram duas épocas de estabelecimento, e, como vimos, a maioria utiliza as plantas somente uma vez por ano.

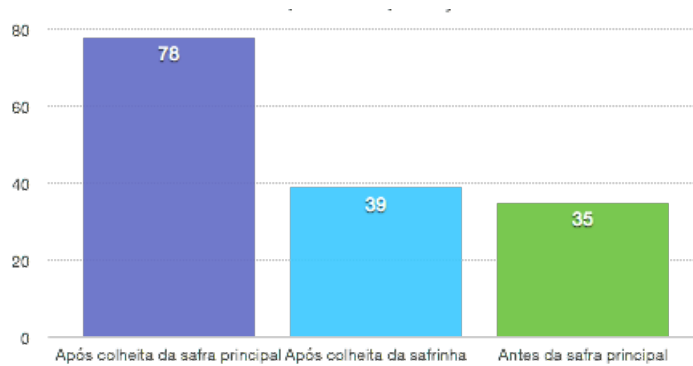


Figura 17: Época de implantação das culturas, em % de respostas.

Todos os participantes indicaram a observação de pelo menos alguma vantagem no uso das plantas de cobertura (Figura 18). Os benefícios mais citados foram melhora na estrutura do solo (ex: compactação) e controle de plantas daninhas, ambos com 87% das respostas. Aumento da produtividade da cultura subsequente, controle de nematoides e controle de erosão obtiveram, respectivamente, 83, 78 e 74% de respostas. 40% dos participantes citaram a renda obtida com a colheita da cultura. Na categoria “Outros”, o controle de patógenos de solo foi citado por 13% dos participantes e o aumento da matéria orgânica do solo por 9%. Melhoria da fertilidade do solo, conservação da água, diminuição do aquecimento do solo e a possibilidade de pastoreio por gado foram vantagens citadas por 4% dos agricultores.

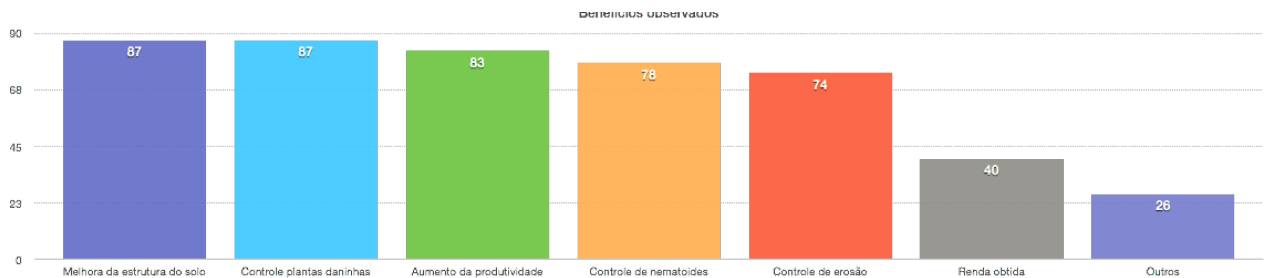


Figura 18: Vantagens observadas no uso de plantas de cobertura, em % de respostas.

A maioria dos participantes, 48%, não vê qualquer desvantagem em utilizar as plantas de cobertura do solo (Figura 19). 26% citam dificuldades em obter sementes, 22% consideram difícil encontrar uma época ideal de estabelecimento; 9% consideram a relação custo/benefício não

ideal e a ocupação da terra um empecilho. Menos de 5% citaram a destruição de resíduos como uma dificuldade, e também relataram dificuldades na plantabilidade. Também houve um relato da possibilidade de introdução de fitopatógenos e plantas daninhas na área.

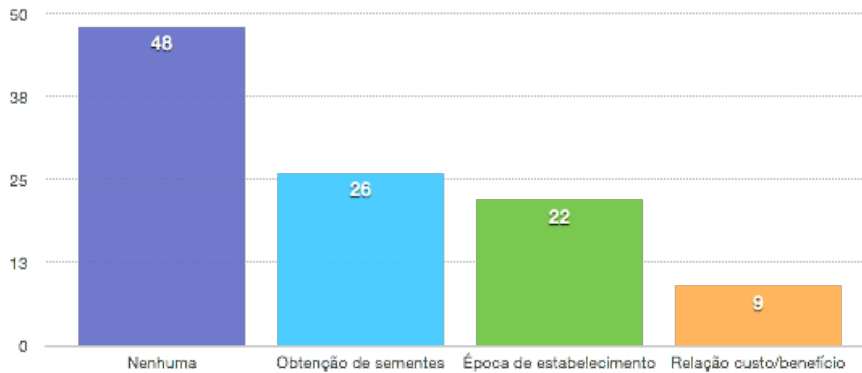


Figura 19: Desvantagens observadas pelos produtores, em % de respostas.

Indagados sobre a amortização dos custos com a implantação das culturas através de benefícios diretos ou indiretos dessas plantas (Figura 20), 43% responderam que estes custos são integralmente cobertos após a colheita ou destruição dos resíduos. O mesmo percentual de agricultores afirma que os custos são parcialmente cobertos, enquanto que 13% não acreditam na possibilidade de que os benefícios ajudem a recuperar os investimentos na cultura.

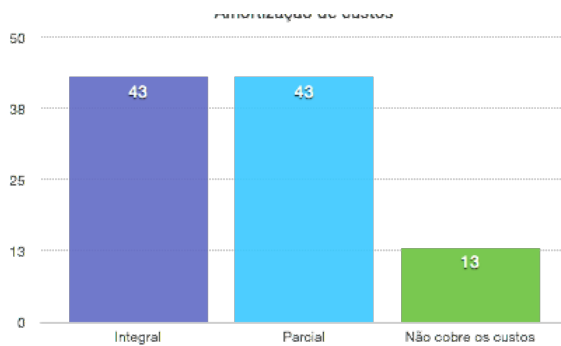


Figura 20: Amortização de custos, em % de respostas.

A necessidade de adaptação de máquinas para a semeadura não foi necessária para 70% dos entrevistados, enquanto que 22% afirmaram ter sido necessário alguma adaptação para possibilitar a dispersão de sementes (Figura 21). Para 9%, o espaçamento entre linhas, a profundidade de plantio e/ou o espaçamento entre plantas tiveram de ser modificados. Um agricultor relatou o uso de uma semeadeira de arroz para estabelecer sua cobertura.

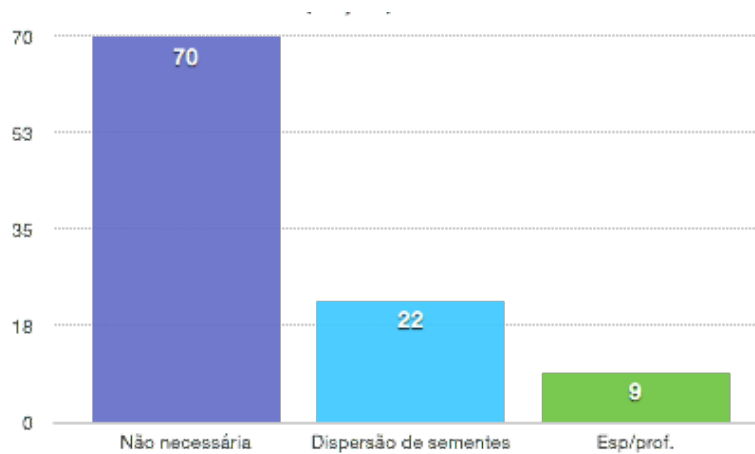


Figura 21: Necessidade de adaptação de máquinas para semeadura, em % de respostas.

Em relação a outras etapas de produção, não houve necessidade de adaptação para 78% dos participantes. 9% fizeram alguma alteração para a operação de colheita e/ou incorporação.

Questionados sobre o destino do produto obtido quando da colheita da cultura (se realizada), 91% responderam que será utilizado para a próxima safra (Figura 22). A venda da colheita ocorre para 48%, enquanto que 30% utilizam para alimentação animal.

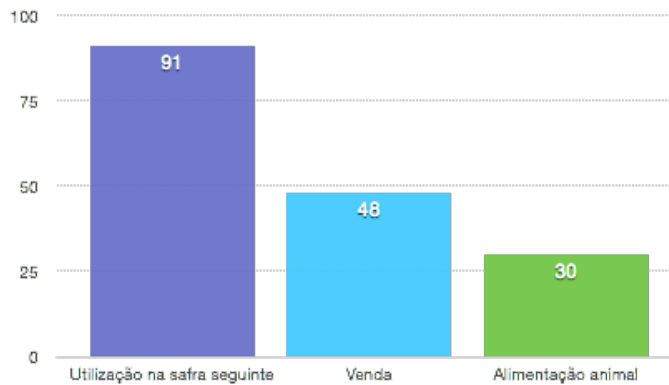


Figura 22: Destino do produto colhido, em % de respostas.

Os participantes foram estimulados a indicar qual o maior benefício que viam com a exploração da cultura de cobertura (Figura 23). A maioria (35%) afirmou que a melhoria da estrutura do solo é o benefício principal. Surpreendentemente, em segundo lugar foi citada a melhoria das condições microbiológicas do solo (30%), o que demonstra que muitos tem um bom conhecimento sobre o efeito destas plantas no sistema. A reciclagem de nutrientes é o benefício mais importante para 15% dos entrevistados, o que reflete a preocupação com a fertilidade do solo e os preços crescentes dos fertilizantes. O mesmo percentual de participantes aprecia o fato de que as coberturas proporcionam uma boa opção de rotação para a safrinha. Outras respostas incluem: retenção da umidade do solo; controle de nematoides; controle de plantas daninhas; proteção e aumento do teor de matéria orgânica do solo.

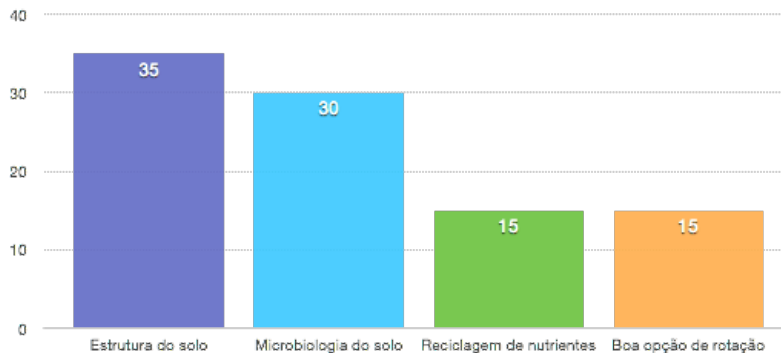


Figura 23: Maior benefício observado pelo uso das plantas de cobertura, em % de respostas.

Por fim, todos os agricultores consultados afirmaram que recomendariam outro produtor a utilizar as plantas de cobertura, o que demonstra que o nível de satisfação com a utilização destas coberturas é muito alto, uma vez que proporcionam diversos benefícios ao sistema de produção.



Figura 24: Plantio direto de soja sobre *Crotalaria ochroleuca* na região do Cerrado. Foto do autor.

6. Referências Bibliográficas

ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J. C.; VIANA, J. H. M. **Plantas de cobertura dos solos**. Embrapa Milho e Sorgo, versão eletrônica. 7 ed. Set./2011. Disponível em:
http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/ferverde.htm

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

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

ALTMAN, N. Rotação de culturas: base da cobertura permanente do solo e da sustentabilidade em SPD. IN: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 5., 2001, Dourados. **Anais...**Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 29-30.

AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M de. 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, jan. 2000.

AMABILE, R.F.; CARVALHO, A. M. de.; DUARTE, J. B.; FANCELLI, A.L. Efeito de épocas 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, Maio 1996 . Disponível em:
 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161996000200018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 Nov. 2014.

AMBROSANO, E. J.; GUIRALDO, N.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. B.; AREVALO, R. A.; SCHAMMAS, E. A.; JUNIOR, I. A.; FOLTRAN, D. E. **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto**. Piracicaba, KP Potafos. 2005. 16p. (Encarte do informações agrônômicas no 112).

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO₂ (q_{CO_2}) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 25, n. 3, p. 393-395, Mar. 1993.

ANGHINONI, I.; NICOLODI, M. Estratégias de calagem no sistema plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS - FERTBIO 2004, 26., 2004, Lages. **Anais...** Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

BEARE, M. H.; COLEMAN, D. C.; CROSSLEY JR, D. A.; HENDRIX, P. F.; ODUM, E. P. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil diversity to biogeochemical cycling. **Plant and Soil, The Hague**, v. 1700. N.1 p. 5-22, Mar. 1995.

BRAZ, A. J. B.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e Mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 34 (2): 83-87, 2004 – 83.

CALEGARI, A. Alternativa de rotação de culturas para plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 80, n. 2, p. 62-70, 2004.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: Iapar, 1995. 118p. (Circular, 80).

CALVO, C.L; FOLONI, J. S. S.; BRANCALÃO, S.R. **Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas corte**. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.77-86, 2010.

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; CASSOL, L. C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para a cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, MG, v. 23, n.2, p. 383-391, abr./jun. 1999.

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 semeadura direta e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148, 2004.

CHARCHAR, J. M; MOITA, A. W. **Controle de *Meloidogyne javanica* em tomate-salada e feijão-de-vagem com o cultivo prévio de *Crotalaria spectabilis***. Brasília: Embrapa Hortícolas, 1999. 6p. (Embrapa Hortícolas. Pesquisa em Andamento, 32). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/767508>.

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. **Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milho**. Revista Brasileira de Sementes, Pelotas , v. 28, n. 3, Dec. 2006 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222006000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 09 Out. 2014.

DUTRA, G. R. D. **Adubos verdes: sua produção e modo de emprego**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1919. 76 p.

EMBRAPA CPAC. **Recomendações para estabelecimento e utilização do *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão**. Embrapa-CPAC, Planaltina, DF; Embrapa-CNPGC, Campo Grande, MS. 1993. 6 p. (Comunicado Técnico 67). Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/2213/2169>

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2009.

FERREIRA, A. De M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições de Cerrados**. 2001. 45 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Goiânia. 2001.

FILHO, J. S.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília , v. 39, n. 4, abr. 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000400005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 15 dez. 2014.

FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência**

do Solo, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 533-542, jul./set. 1999.

FURLAN, A. C. et al. Avaliação nutricional do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*, Moench) para coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 21-26, 2006. Disponível em:

<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewFile/660/406>>

GARCIA, J. M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S. T. S.; SOUZA, M. C. de. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 209-226, abr./jun. 2013

HEINZ, R.; GARBIATE, M. V.; NETO, A. L. V.; MOTA, L. H. S.; CORREIA, A. M. P.; VITORINO, A. C. T. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crambe e nabo forrageiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1549-1555, set. 2011.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos na propriedade do solo. **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, . p. 232- 267, 1984

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso da aveia como planta forrageira**. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS, dez. 2000 nº 45.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: CERES, 1979. 262 p.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, Paris, v. 33, p. 3-16, 1996.

LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T. da.; SILVA, K. F. da.; SARTO, M. V. M.; JUNIOR, J. B. D. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n.1, p. 10-17, jan./mar. 2013

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. **Efeito do cultivo de milho, braquiária, crotalária e soja sobre a população do nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em solo naturalmente infestado**. Jornada de Iniciação à Pesquisa da Embrapa, Dourados, MS, 2012.

LEPPIK, E. E.; WHITE, G. A. Preliminary assessment of *Crambe* germoplasm resources. USDA Agricultural Research Center, USA, **Euphytica**, v. 24, 1975. p. 681-689.

LOPES, E.A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. de.; FERREIRA, P. F.; AMORA, D. X. Efeito da incorporação da parte aérea seca de mucuna preta e de tomateiro ao solo sobre *Meloidogyne incógnita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 29(1): 101-104. 2005.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; ANTUNES, J. F. G.; OLIVEIRA, M. D. M.; OKAWA, H. Custos: Sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, SP, v.24, n.9, set. 1994.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. Os sistemas agrários sem alqueive das regiões temperadas, A primeira revolução agrícola dos tempos modernos. IN:_. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. cap. 8, p.353-396.

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**, 34 (3): 173-180, 2004 – 173.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó, 1991. 336p.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.

NETZLY, D. H.; RIOPEL, J. L.; EJETA, G.; BUTLER, L. G. Germination stimulant of witchweed (*Striga asiatica*) from hydrophobic root exudate of sorghum (*Sorghum bicolor*). **Weed Sci.**, v. 36, n. 4, p. 441-446, 1988.

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, ago. 2002.

OLIVEIRA, M.F de.; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C. de.; 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, v.36, n.I, p.37-41, jan.2001.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J. W.; JONES, A. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 231-245.

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.

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, jan. 2004.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**. 4. Ed. São Paulo: Nobel, 1982. 541p.

RIBAS, P. M. **Sorgo: introdução e importância**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).

ROSA, S. R. A. da. **Efeito da competição interespecífica no crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras**. 2002. 101f. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal. Escola de Agronomia e de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2002.

ROSOLEM, C.A.; MIYAZAWA, M.; FRANCHINI, J.C.; PAVAN, M. A.; COSTA, A.; MOSCARDI, F.; HOFFMANN, C. B.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CARRAO, M.C. Soil acidity, pH and aluminum management in tropical soils: the Brazilian experience. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings**. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p.310-318.

SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. **Milheto** - Alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Dourados: EMBRAPA, 1998. 6p. Folheto.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. de O.; BEZERRA, H. S. **Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no cerrado brasileiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 21p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa, 3).

- SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M. da.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 1, p. 115-122, jan. 2008.
- SCHUCH, L. O .B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. de.; MAIA, M. S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, abr./jun. 2000.
- SILVA, A. C; HIRATA, E, K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília , v. 44, n. 1, Jan. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2009000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 18 Oct 2014.
- SILVA, M. B. da; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. da.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 12, p. 1755-1761, dez. 2007.
- SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Plantas de cobertura dos solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 218p.
- SILVEIRA, P. M; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematóides da raiz do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás, GO Set, 2004 (Comunicado técnico 74).
- SILVEIRA, P. M. da.; CUNHA, P. C. R. da.; STONE, L. F.; SANTOS, G. G. Atributos químicos do solo cultivado com diferentes culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40. N.3, p. 283-290, jul./set. 2010.
- SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes no limbo foliar de guandu e Estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 35 (3): 133-138, 2005.
- SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.

30, n. 2, p. 195-207, 1992.

STACE, H. M.; CAMERON, D. F. Cytogenetics and the evolution of *Stylosanthes*. In: STACE, H. M.; EDYE, L. A. (Ed.). **The biology and agronomy of *Stylosanthes***. North Ryde: Academic Press Australia, 1984. p. 49-72.

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

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 29:609-618, 2005.

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

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e 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.

VERONESE, M.; FRANCISCO, E. A. B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C. A. Plantas de cobertura e calagem na implantação **do sistema de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.8, p.1158-1165, ago. 2012.

WANG, J.; HESKETH, J.D.; WOOLLEY, J.T. Preexisting channels and soybean rooting patterns. **Soil Science**, v.141, p.432-437, 1986.

WANG, K.H.; SIPES, B. S; SCHMITT, D. P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. Department of Plant and Environmental Protection Sciences University of Hawaii, Honolulu, U.S.A. **Nematropica**. Vol. 32, No. 1, 2002.

7. Anexos

Questionário na plataforma Google Docs – visualização online

Uso de Plantas de Cobertura do Solo

Trabalho de conclusão de curso de Agronomia

Universidade de Brasília, Brasília, DF

Aluno: Luiz Eduardo Zancanaro

Orientador: Dr. Everaldo Anastácio Pereira

***Obrigatório**

O(a) senhor(a) já fez ou faz uso de plantas de cobertura? *

Ex: Crotalária, milheto, sorgo, crambe, trigo sarraceno

Sim

Não

Continuar »



20% concluído

Powered by
 Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

Uso de Plantas de Cobertura do Solo

*Obrigatório

Uso de Plantas de Cobertura na sua Propriedade

Quais? *

- Sorgo
- Crotalária
- Crambe
- Milheto
- Trigo sarraceno
- Outro:

Em qual ecossistema se situa a propriedade? *

Qual a extensão média da área explorada com a cultura de cobertura? *

Qual a periodicidade de cultivo da planta de cobertura? *

Qual a época de implantação da cobertura vegetal utilizada? *

- Após a colheita da safrinha
- Após a colheita da safra principal
- Precedendo a safra principal
- Outro:

Foi observada alguma vantagem no uso destas plantas? *

Ex: Melhora da estrutura do solo; controle de nematoides; aumento de produtividade da cultura subsequente, etc

- Sim
- Não

« Voltar

Continuar »

60% concluído

Uso de Plantas de Cobertura na sua Propriedade

Selecione as vantagens observadas em se utilizar a cobertura vegetal: *

- Renda obtida com a colheita da cultura
- Controle de plantas daninhas
- Aumento de produtividade da cultura subsequente
- Controle de nematoides
- Controle de erosão
- Melhora da estrutura do solo (ex: compactação)
- Outro:

Quais as desvantagens de se utilizar tais plantas? *

- Obtenção de sementes
- Custo (relação custo/benefício)
- Época de estabelecimento
- Destruição dos resíduos
- Ocupação da terra
- Não há desvantagem
- Outro:

O custo de implantação da cobertura é amortizado? *

Seja por venda do produto obtido ou benefícios indiretos subsequentes

Em relação ao maquinário/implementos para semeadura, houve necessidade de adaptação/aquisição? *

Em caso afirmativo para satisfazer qual/quais das seguintes operações:

- Espaçamento entre linhas
- Profundidade de plantio
- Espaçamento entre plantas
- Dispersão de sementes
- Não foi necessário
- Outro:

Em relação ao maquinário/implementos para outras etapas, houve necessidade de adaptação/aquisição? *

Em caso afirmativo, para satisfazer qual/quais das seguintes etapas?

- Colheita
- Incorporação
- Dissecação
- Não foi necessário
- Outro:

Se a cultura for colhida, qual o seu destino? *

- Uso para próxima safra
- Venda
- Alimentação animal
- Outro:

Qual é o maior benefício da exploração com cultura de cobertura?

O(A) senhor(a) recomendaria outro produtor a usar cobertura vegetal no solo? *

- Sim
- Não

O(A) senhor(a) poderia recomendar outro produtor para responder esta pesquisa?

Em caso afirmativo forneça o contato eletrônico, ou replique a mensagem-convite para ele(a), bem como caso deseje responder novamente, retificando alguma informação, basta acessar o link da mensagem-convite.

« Voltar

Enviar

100% concluído.

Nunca envie senhas em Formulários Google.

Powered by
Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.
[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

Respondendo não à primeira pergunta do questionário, o produtor é direcionado a esta página:

Uso de Plantas de Cobertura do Solo

***Obrigatório**

O motivo seria qual? *

- Ocupação da terra
- Relação custo/benefício
- Dificuldade em obtenção de sementes
- Época de estabelecimento
- Destruição dos resíduos
- Outro:

Em qual ecossistema se situa a propriedade? *

O(A) senhor(a) poderia recomendar outro produtor para responder esta pesquisa?

Em caso afirmativo forneça o contato eletrônico, ou replique a mensagem-convite para ele(a), bem como caso deseje responder novamente, retificando alguma informação basta acessar o link da mensagem-convite.

« Voltar

Enviar

100% concluído.

Nunca envie senhas em Formulários Google.

Powered by
Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.
[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

Caso o produtor não tenha observado vantagens, ele é direcionado a esta página:

Uso de Plantas de Cobertura do Solo

*Obrigatório

Desvantagens do Uso de Plantas de Cobertura na sua Propriedade

Quais as desvantagens de se utilizar tais plantas? *

- Obtenção de sementes
- Custo (relação custo/benefício)
- Época de estabelecimento
- Destruição dos resíduos
- Ocupação da terra
- Não há desvantagem
- Outro:

Se a cultura for colhida, qual o seu destino? *

- Uso para próxima safra
- Venda
- Alimentação animal
- Outro:

O(A) senhor(a) recomendaria outro produtor a usar cobertura vegetal no solo? *

- Sim
- Não

O(A) senhor(a) poderia recomendar outro produtor para responder esta pesquisa?

Em caso afirmativo forneça o contato eletrônico, ou replique a mensagem-convite para ele(a), bem como caso deseje responder novamente, retificando alguma informação basta acessar o link da mensagem-convite.

« Voltar

Enviar

100% concluído.

Nunca envie senhas em Formulários Google.