

FESURV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

CULTIVO DO MILHO E DA SOJA EM SUCESSÃO AS CULTURAS DE
SAFRINHA EM RIO VERDE-GO

WENDERSON SOUSA FERREIRA

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2010

WENDERSON SOUSA FERREIRA

**CULTIVO DO MILHO E DA SOJA EM SUCESSÃO AS CULTURAS DE
SAFRINHA EM RIO VERDE-GO**

Dissertação apresentada à Fesurv – Universidade de
Rio Verde, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL**

2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da FESURV**

Ferreira, Wenderson Sousa

Cultivo do milho e da soja em sucessão as culturas de safrinha em Rio Verde-GO. / por Wenderson Sousa. Ferreira 2010.
67f; 29,7cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Rio Verde – GO

“Orientação: Prof. Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz”.

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”.

WENDERSON SOUSA FERREIRA

**CULTIVO DO MILHO E DA SOJA EM SUCESSÃO AS CULTURAS DE
SAFRINHA EM RIO VERDE-GO**

Dissertação apresentada à Fesurv - Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVAÇÃO: 12 de Julho de 2010

Prof. Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz
Presidente da Banca examinadora

Prof. Dr. Renato Lara de Assis
Membro – FA/FESURV

Prof. Dr. Gustavo André Simon
Membro – FA/FESURV

Prof. Dr. Luiz Antonio Silva Menezes
Membro – IFGoiano – Rio Verde

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Célio Ferreira de Freitas e Luzia Sousa Ferreira, pelo apoio concedido durante toda a minha vida.

Às minhas irmãs, Lucélia Sousa Ferreira e Lucinei Sousa Ferreira, pelo companheirismo e paciência quando precisei.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado, iluminando meus passos sabiamente.

À Fesurv - Universidade de Rio Verde, pelo apoio na realização do curso.

Ao professor, orientador, Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz, sempre presente na realização deste trabalho.

Ao professor, co-orientador, Dr. Renato Lara de Assis, por estar sempre disposto a ajudar e contribuir com seus valiosos conhecimentos.

Em especial ao Professor, co-orientador Dr. Gilson Pereira Silva (*in memoriam*), que durante o período que foi possível, foi de fundamental importância na realização deste trabalho.

Aos meus pais e irmãs, que me apoiaram durante a realização do curso.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação de Mestrado em Produção Vegetal pelos conhecimentos repassados.

Aos servidores da Universidade de Rio Verde que colaboraram em diferentes fases na execução do projeto, em especial aos funcionários do laboratório de análise de solos da FESURV - LASF.

Aos meus amigos e colegas de curso, Murilo Sousa Carrijo, Eduardo Lima do Carmo, Djalma Gonçalves Júnior, Maria Eugênia Mattar Pimenta Gonçalves, Hugo de Almeida Dan, Daniela Fideles Carneiro, Ana Heloiza Gonçalves, Maria Mirmes Paiva Goulart e Thais Ramos da Silva.

Aos alunos de graduação em Agronomia que ajudaram na realização do experimento, em particular, ao acadêmico, Roberto dos Santos Caetano, que sempre estiveram presentes nas horas cruciais do experimento.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização do projeto e me respaldaram durante o curso.

BIOGRAFIA

WENDERSON SOUSA FERREIRA, filho de Célio Ferreira de Freitas e Luzia Sousa Ferreira, nasceu no dia 25 de outubro de 1982, em Rio Verde, Goiás. No início de 2002, ingressou na Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Santa Helena de Goiás – Goiás, onde cursou ADMINISTRAÇÃO com Habilitação em Agronegócios. No segundo semestre de 2003, ingressou na FESURV - Universidade de Rio Verde, onde cursou AGRONOMIA. No início de 2005, ingressou no até então, Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Verde – CEFET – RV, hoje, Instituto Federal Goiano, onde cursou Tecnologia em Produção de Grãos. No segundo semestre de 2005, ingressou na até então, Faculdade de Goiás - FAGO em Goiânia – Goiás, hoje, Universidade Estácio de Sá, onde cursou Pós-Graduação nível especialização *latu sensu* em Marketing Empresarial com ênfase em Planejamento Estratégico Organizacional. Iniciou o curso de Pós-Graduação *stricto sensu* em nível de mestrado em Produção Vegetal pela FESURV - Universidade de Rio Verde, no segundo semestre de 2007, defendendo a dissertação no dia 12 de Julho de 2010.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 A cultura da soja.....	2
2.2 A cultura do milho.....	3
2.3 Culturas de safrinha.....	4
2.3.1 A cultura do milho.....	4
2.3.2 A cultura do milheto.....	4
2.3.3 A cultura do sorgo.....	5
2.3.4 A cultura do trigo.....	5
2.3.5 A cultura do girassol.....	6
2.3.6 A cultura do feijão.....	6
2.4 Rotação e sucessão de culturas no sistema plantio direto (SPD).....	7
2.5 Produção de biomassa em sistema plantio direto (SPD).....	8
2.6 A relação C/N, acúmulo de nutrientes, decomposição das plantas de cobertura e liberação de nutrientes.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise química e textura do solo em profundidades de 0 – 20 cm antes da implantação do experimento (Safrã 2008/2009).....	14
TABELA 2	Precipitação total mensal em mm no período de condução do experimento (Safrã 2008/2009).....	15
TABELA 3	Biomassa seca remanescente de plantas de cobertura até 175 dias cultivadas na safrinha em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrã 2008/2009).....	16
TABELA 4	Porcentagem de perda da biomassa de plantas de cobertura até 175 dias, cultivadas na safrinha, em áreas de milho e soja de verão (Safrã 2008/2009).....	18
TABELA 5	Relação Carbono/Nitrogênio em diferentes culturas de safrinha em sucessão à soja e ao milho (Safrã 2008/2009).....	19
TABELA 6	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para decomposição da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha em áreas cultivadas com milho e soja no verão (Safrã 2008/2009).....	20
TABELA 7	Teor de nitrogênio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação na área experimental (Safrã 2008/2009).....	22
TABELA 8	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de N da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e milho no verão (Safrã 2008/2009).....	23
TABELA 9	Conteúdo de nitrogênio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrã 2008/2009).....	24
TABELA 10	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de N da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha em áreas cultivadas em sucessão a soja e milho no verão (Safrã 2008/2009).....	26
TABELA 11	Conteúdo de fósforo na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrã 2008/2009).....	27
TABELA 12	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de P da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrã 2008/2009).....	28

TABELA 13	Conteúdo de fósforo na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (safra 2008/2009).....	29
TABELA 14	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de P da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safra 2008/2009).....	30
TABELA 15	Teor de potássio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safra 2008/2009).....	31
TABELA 16	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de K da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safra 2008/2009).....	32
TABELA 17	Conteúdo de potássio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safra 2008/2009).....	33
TABELA 18	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de K da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safra 2008/2009).....	34
TABELA 19	Teor de cálcio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safra 2008/2009).....	35
TABELA 20	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de Ca da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safra 2008/2009).....	36
TABELA 21	Conteúdo de cálcio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safra 2008/2009).....	37
TABELA 22	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de Ca da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safra 2008/2009).....	38
TABELA 23	Teor de magnésio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safra 2008/2009).....	39
TABELA 24	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de Mg da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safra 2008/2009).....	40
TABELA 25	Conteúdo de magnésio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safra 2008/2009).....	41

TABELA 26	Equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de Mg da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrinha 2008/2009).....	42
TABELA 27	Produtividade do milho e da soja sob palhadas de diferentes plantas de cobertura na safrinha (Safrinha 2008/2009).....	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Equações de regressão da biomassa seca remanescente de plantas de cobertura na safrinha e sua decomposição ao longo de 175 dias em sucessão ao milho e à soja (Safrinha 2008/2009).....	21
FIGURA 2	Equações de regressão do teor de N remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).....	24
FIGURA 3	Equações de regressão do conteúdo de N remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (Safrinha 2008/2009).....	26
FIGURA 4	Equações de regressão do teor de P remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (Safrinha 2008/2009).....	28
FIGURA 5	Equações de regressão do conteúdo de P remanescente de plantas de cobertura, na safrinha, ao longo de 175 dias (Safrinha 2008/2009).....	30
FIGURA 6	Equações de regressão do teor de K remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).....	32
FIGURA 7	Equações de regressão do conteúdo de K remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).....	34
FIGURA 8	Equações de regressão do teor de Ca remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).....	36
FIGURA 9	Equações de regressão do conteúdo de Ca remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (Safrinha 2008/2009).....	38
FIGURA 10	Equações de regressão do teor de Mg remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).....	40
FIGURA 11	Equações de regressão do conteúdo de Mg remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).....	42

RESUMO

FERREIRA, Wenderson Sousa, M. S., Universidade de Rio Verde, julho de 2010. **Cultivo do milho e da soja em sucessão as culturas de safrinha em Rio Verde-GO.** Orientador: Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz e co-orientador: Dr. Renato Lara de Assis, Membros da banca: Dr. Gustavo André Simon e Dr. Luiz Antonio Silva Menezes.

A rotação de culturas em sistema de plantio direto contribui para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, auxiliando na manutenção da sua matéria orgânica e do seu nitrogênio, além de reduzir as perdas por erosão. O efeito dessas culturas de safrinha é favorável por contribuir com a fertilização do solo através da ciclagem de nutrientes, possibilitando a estabilização da produção, a qual é visível entre os componentes de rendimento que são influenciados pelos restos das culturas de inverno em sistema de plantio direto. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de biomassa das culturas de safrinha (milho, sorgo, milheto, girassol, trigo e feijão) e a dinâmica de sua decomposição e liberação de nutrientes ao longo do tempo. Os ensaios foram realizados no período de março de 2008 a março de 2009, no Centro Tecnológico Comigo, localizado no município de Rio Verde-GO. Foram conduzidos dois experimentos no ano agrícola 2007/2008, sendo um com soja e o outro com milho. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, com os tratamentos (girassol; sorgo; milho; feijão; milheto; trigo e pousio com a vegetação espontânea, instalados em março de 2008); na safra de verão foram cultivadas com soja e milho. Avaliou-se a produção, decomposição da biomassa e a liberação de nutrientes ao longo do tempo. O conteúdo de K, Ca e Mg na cultura do girassol apresentou-se superior em comparação a todas as culturas estudadas quando cultivado em sucessão à soja e ao milho; a produtividade da cultura do milho cultivada no verão obteve um maior rendimento quando foi sucedida à cultura de trigo em safrinha e a produtividade da soja não foi influenciada pela palhada das plantas de cobertura na safrinha.

Palavras-chave: Resíduos culturais, Sistema de Plantio Direto, sucessão de culturas.

ABSTRACT

FERREIRA, Wenderson Sousa, M. S., University of Rio Verde, July 2010. **Cultivation of corn and soybean crops in succession in off-season in Rio Verde**. Advisor: Dr. Joaquim Antonio Braga Pereira Braz and co-supervisor: Dr. Renato Lara de Assis, Committee Members: Dr. Gustavo André Simon and Dr. Luiz Antonio Silva Menezes.

Crop rotation in no-tillage system helps to improve the physical, chemical and biological soil properties, helping to maintain the organic matter content and its nitrogen and reduce erosion losses. The effect of these off-season crops is favorable for contributing to soil fertility through nutrient cycling, allowing the stabilization of output, which is visible among the components of income that are influenced by the remnants of winter crops in no-tillage. In this sense, the present study aimed to evaluate the production of off-season crops biomass (maize, sorghum, millet, sunflower, wheat and beans) and the dynamics of its decomposition and nutrient release over time. The tests were conducted from March 2008 to March 2009, at COMIGO Technology Center, located in the municipality of Rio Verde. Two experiments were conducted in the agricultural year 2007/2008, being one with and the other with corn soybeans. The experimental design was a randomized block in a split plot design with treatments (sunflower, sorghum, corn, beans, millet, wheat and fallow with natural vegetation, installed in March 2008), in the summer crop were grown soybean and corn. As a result of this study, it was analyzed the production of biomass decomposition and release of nutrients over time. The contents of K, Ca and Mg in sunflower crop appeared higher compared to all the studied cultures grown in succession to soybean and corn, the yield of corn grown in the summer got a higher yield when it was succeeded to wheat crop and second crop on soybean yield was not influenced by straw cover crops in the off-season.

Keywords: Crop residues, tillage system, crop succession.

1. INTRODUÇÃO

A região de Cerrados, no Brasil, que abrange a região Centro-Oeste e parte das regiões Norte, Nordeste e Sudeste, com área de 274 milhões de hectares e com características de Savanas, é de fundamental importância para a agricultura brasileira. Cerca de 85% do grande platô que ocupa a região do Brasil Central era, originalmente, dominado pela paisagem do cerrado, representando cerca de 1,5 a 2 milhões de km² ou, aproximadamente, 20% da superfície do país (EMBRAPA, 2010).

O clima típico da região dos cerrados é quente, semi-úmido e notadamente sazonal, com verão chuvoso e inverno seco. Essas áreas apresentam condições favoráveis de clima, sem limitações de temperatura e radiação solar, com uma pluviosidade anual entre 800 mm e 1600 mm (EMBRAPA, 2010).

De acordo com Rodrigues (2005), a utilização do solo de cerrado para a agricultura, do ponto de vista técnico e econômico, é importante, pois esse tipo de solo possui características químicas e físicas que permitem grandes produtividades, mas é necessária a utilização de alta tecnologia em todos os níveis de condução da lavoura, principalmente a utilização de técnicas conservacionistas e uma boa construção da fertilidade desses solos, tendo em vista as áreas de cerrado para a utilização de sistemas alternativos de produção que reduzam os impactos ambientais do cultivo agrícola e busquem a sustentabilidade.

Ou seja, a utilização sustentável do solo do cerrado é de fundamental importância para alicerçar a agricultura e o agronegócio em geral, fortalecido como um setor que possibilite retornos satisfatórios, duradouros e que traduza os altos investimentos em rentabilidade para todo o segmento produtivo que ocupe a região dos cerrados (RODRIGUES, 2005).

Desde a década de 70, do século XX, é visível o interesse dos produtores de grãos nessas áreas devido à grande expansão das mesmas, os quais implantaram tecnologias que favoreceram o aumento significativo de áreas, produção e produtividade, sendo que o sistema de plantio direto (SPD) foi uma das principais tecnologias implantadas na região de cerrado (OJIMA, 2005).

A cobertura do solo com palhadas proporciona uma proteção física e biológica, contribuindo para a sustentabilidade das atividades agrícolas nessa região, onde os resíduos das culturas deixados na superfície do solo favorecem o rendimento das culturas plantadas em sucessão (OJIMA, 2005).

Conforme asseveram Chaves e Calegari (2001), a rotação de culturas possibilita uma melhor distribuição das culturas na propriedade rural, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, auxiliando na manutenção da matéria orgânica e nitrogênio, além de reduzir as perdas por erosão.

Os efeitos das culturas de safrinha são observados quanto ao melhor uso dos solos, diminuindo os riscos de produção dentro do mesmo ano, a infestação de plantas daninhas e favorecendo a economia de trabalho, pois o sistema contínuo de sucessão tende a provocar a degradação física do solo, além do aumento significativo da produção das culturas.

Concernente às culturas efetivadas na região dos cerrados, podem ser citadas como sucessões de culturas mais utilizadas o milho, o sorgo, o milheto, o girassol, o trigo e o feijão (CHAVES; CALEGARI, 2001).

O efeito dessas culturas de safrinha é favorável por contribuir com a fertilização do solo, através da ciclagem de nutrientes, descompactação do solo, principalmente a cultura do milheto, ciclando nutrientes e possibilitando a estabilização da produção, que é visível entre os componentes de rendimento influenciados pelos restos das culturas de inverno em plantio direto, assegurando maior probabilidade de obtenção de rendimentos mais elevados nos cultivos em sucessão (PEREIRA, 2003).

Mediante o exposto, o presente trabalho visou avaliar a produção de biomassa das culturas de safrinha (milho, sorgo, milheto, girassol, trigo e feijão), a dinâmica de sua decomposição, disponibilização dos nutrientes ciclados ao longo do tempo e o efeito desses nutrientes na produtividade das culturas da soja e milho, cultivadas em sucessão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas agrícolas cultivadas no mundo. Devido ao seu alto potencial produtivo e ao grande valor nutricional, a soja está presente em vários alimentos da dieta humana e animal, além disso, o produto possui um grande papel socioeconômico e movimenta grandes complexos agroindustriais no Brasil e no mundo (SANTOS, 1988; HEIFFIG, 2002).

A soja é hoje o principal produto agrícola de exportação do Brasil, que é o segundo maior produtor e exportador mundial, superado apenas pelos Estados Unidos (BRASIL, 2009). A cultura da soja está sendo realizada em praticamente todo o território nacional, apresentando produtividade média de 2624 kg ha⁻¹, na safra 2008/2009, equivalendo a uma produção em torno de 57 milhões de toneladas (IBGE, 2010).

A produção de soja vem tendo uma constante evolução no Brasil, devido ao aumento de produtividade e, principalmente, devido à incorporação de novas áreas de plantio, no entanto é a pesquisa agrícola que vem gerando novas tecnologias capazes de atender às necessidades dos produtores como, por exemplo, variedades adaptadas às diversas regiões, resistentes a nematóides e outras doenças e pragas, e utilização de tecnologias de manejo e adubação (LOPES, 2007).

2.2 A cultura do milho

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é um dos principais insumos agroindustriais do Brasil, sendo utilizado principalmente na suinocultura, avicultura e bovinocultura, tanto na forma *in natura*, como na forma de farelo. Já como milho verde e na forma de subprodutos, como pão, farinhas, óleo e massas, é bastante empregado na alimentação humana (BULL, 1993).

O milho é um dos cereais mais importantes no segmento produtivo agropecuário. No Brasil, a estimativa de produção para a safra 2009/2010 é de 52,5 milhões de toneladas, constatando-se um considerável aumento de 3% em relação à safra 2008/2009, que em números absolutos chegou a 51 milhões de toneladas (BRASIL, 2009). A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia dos alimentos (EMBRAPA, 2009).

Verifica-se uma perspectiva de decréscimo em torno de 9% da área plantada no período da primeira safra em relação à safra 2009/2010, tendo como principal motivo a concorrência com a soja, o que tem sido parcialmente compensado pelo aumento dos plantios na safrinha, que deve ficar em torno dos 5,6% em comparação com a safra 2008/2009 (BRASIL, 2009).

2.3 Culturas de safrinha

2.3.1 A cultura do milho

No Brasil, a produção de milho caracteriza-se pela divisão da produção em duas épocas de cultivo: a) o plantio de verão - ou primeira safra -, que é realizado na época tradicional, durante o período chuvoso, e que em algumas regiões variam o seu plantio entre fins de agosto e os meses de outubro/novembro; b) a safrinha, que refere-se ao milho de sequeiro, plantado como segunda safra, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo.

A cultura de milho, num programa de rotação de culturas, oferece vantagens adicionais pela maior produção e manutenção de restos culturais (palhada) na superfície do solo. Dados experimentais mostram que o milho produz duas vezes mais biomassa por hectare que a aveia, quatro vezes mais que o trigo e seis vezes mais que a soja (GASSEN; GASSEN, 1996).

A importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos, quanto a fatores sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil (EMBRAPA, 2009).

2.3.2 A cultura do milheto

Dentre as principais espécies de culturas, o milheto tem-se constituído em boa opção de cultivo safrinha, em regiões de cerrado, como em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde a cultura vem apresentando bons desempenhos (SALTON, 2001).

O sucesso da adaptação dessa cultura aos cerrados é devido à sua alta resistência à seca, adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, elevada produção de biomassa, além de ser uma cultura de fácil instalação e desenvolvimento e excelente forrageira. Apresenta-se como alternativa valiosa na integração agricultura-pecuária, pois é altamente palatável, de grande capacidade de rebrota e bom valor nutricional (SCALÉA, 1999).

No uso da rotação de culturas sob plantio direto, os restos vegetais das diferentes espécies usadas são deixados na superfície do solo após a colheita. Nessa forma de deposição,

os resíduos vegetais decompõem-se mais lentamente do que quando são incorporados ao solo pelas operações de preparo do mesmo (ROMAN; VELLOSO, 1993).

Em experimentos conduzidos em Viçosa-MG., Falleiro et al (2003) observaram que após 17 anos de cultivos de verão com feijão, milho, soja e trigo em sucessão, e com pousio no inverno, houve incremento dos teores de matéria orgânica na camada de 0-5 cm, nos tratamentos onde não houve movimentação do solo. Além disso, o sistema radicular explora diferentes volumes de solo proporcionando a reciclagem de nutrientes (BOER et al, 2007). Com a decomposição dos resíduos vegetais dessas coberturas, são liberados nutrientes que contribuem para aumentos na produtividade do milho (AITA et al, 2001; LARA CABEZAS et al, 2004) e da soja (CARVALHO *et al*, 2004) ou mantém a produtividade dessas culturas (BERTIN; ANDRIOLI; CENTURION, 2005).

2.3.3 A cultura do sorgo

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é originária do continente africano e é o quinto cereal mais importante do mundo, servindo tanto para a alimentação humana quanto como um dos integrantes indispensáveis na dieta animal (SANTOS et al, 2009).

O sorgo é uma gramínea que possui ampla resistência à deficiência hídrica, elevada capacidade de reciclar nutriente, além de possuir uma grande produção de fitomassa. Por isso é bastante cultivada em sucessão de culturas no Brasil Central (PORTUGAL et al, 2003). Em compensação o sorgo, assim como as gramíneas de maneira geral, possui ampla necessidade de nitrogênio (CANTARELLA; RAIJ; SAWAZAKI, 1997) e alta relação C/N da palhada quando comparada às leguminosas, o que permite que a cobertura do solo resista por mais tempo (AMBROSANO; TANAKA; MASCARENHAS, 1996; ANDREOLA *et al*, 2000).

2.3.4 A cultura do trigo

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) é um alimento básico da dieta humana, sendo cultivado em todo mundo. O trigo é o composto básico da farinha que, por sua vez, é elemento essencial na produção de diversos alimentos. Ainda é utilizado na alimentação animal, na forma de silo ou pastejo, e vem sendo cultivado em regiões temperadas como uma opção na safrinha após o cultivo da soja. Sua produtividade, nos últimos anos, tem sido acrescida em quase 1 saca ha⁻¹ ano⁻¹, graças ao melhoramento genético que a cultura vem

recebendo, o que tem contribuído para que a cultura seja uma boa opção na rotação de culturas, principalmente em consórcio com leguminosas (RODRIGUES *et al*, 2007).

Já a qualidade dos grãos é proveniente das técnicas de manejo e dos insumos utilizados no cultivo tanto quanto a cultivar, que, por sua vez, é primordial para se obter uma boa quantidade de grãos e produção de matéria seca (ZAGONEL, 2002).

2.3.5 A cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta nativa da América, bastante utilizada na Europa como planta ornamental, porém, o seu grande uso é realizado na América para a extração de óleo comestível e, no Brasil, para produção de biodiesel, como afirma Machado (2010). A cultura é indicada à produção do biodiesel por possuir uma boa adaptação a diferentes condições edafo-climáticas, além de ser uma alternativa aos sistemas de rotação ou sucessão de culturas, principalmente com gramíneas.

De acordo com Pena Neto (1981), a planta do girassol apresenta um sistema radicular profundo, com raízes secundárias fasciculadas a partir de uma pivotante, o que possibilita uma maior absorção de água com a maior exploração no sentido horizontal do solo.

De acordo com pesquisas desenvolvidas por Gonçalves (1991), a produção do girassol é duas vezes menos sensível à seca que a cultura do sorgo, e três vezes menos que a do milho, tornando-se, assim, uma boa alternativa no uso da entressafra em condições de cultivo.

2.3.6 A cultura do feijão

Segundo Barbosa filho; Fageria; Silva, (2001), o Brasil é um dos maiores produtores de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do mundo, também se destacando como o maior consumidor dessa leguminosa. A cultura na entressafra geralmente é cultivada nas regiões Central e Sudeste do Brasil, utilizando sistemas irrigados.

A produtividade brasileira está em torno de 850 kg ha⁻¹ e uma das causas para a baixa produtividade nacional é o manejo inadequado da adubação com nitrogênio (N), dado que a sua utilização influencia significativamente a produtividade, pois é o nutriente mais absorvido e extraído pelo feijoeiro. Já em cultivos irrigados, a produtividade tem ultrapassado os 3.000 kg ha⁻¹, associado à utilização em maior quantidade de fertilizantes e de cultivares com potencial produtivo que ultrapassa os 4.000 kg ha⁻¹ em média (FARINELLI; LEMOS, 2010).

Por ser essa leguminosa uma tradicional fonte protéica vegetal dos consumidores brasileiros, ela vem sendo explorada durante todos os meses do ano, em quase todo o território nacional, sendo considerada uma das mais importantes culturas econômicas do agronegócio brasileiro (CARBONELL *et al*, 2001).

2.4 Rotação e sucessão de culturas no sistema plantio direto (SPD)

A sustentabilidade da agricultura depende, dentre outros fatores, da utilização de práticas conservacionistas que minimizem a degradação dos solos e reduzam suas perdas. O plantio direto na palha preconiza a recuperação de solos degradados, de baixa aptidão e capacidade agrícola, promovendo uma forma de manejo conservacionista e contribuindo para o aumento da produtividade (GASSEN; GASSEN, 1996; REGO, 1997).

O plantio direto constitui-se em um sistema de implantação de culturas em solo com apenas o revolvimento na linha de plantio e protegido por cobertura morta, proveniente de restos de culturas, coberturas vegetais semeadas para esse fim, e de plantas daninhas controladas por métodos químicos combinados (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

As restevas de cevada, de trigo e de aveia (branca e preta rolada) têm facilitado a semeadura e o desenvolvimento da soja (SANTOS; REIS, 1991; SANTOS, 1991; SANTOS *et al*, 1991). Por outro lado, as restevas de aveia (branca e preta), para a produção de grãos, ao atingirem 7,4 a 8,2 toneladas ha⁻¹ de palha, respectivamente, podem dificultar a semeadura e o desenvolvimento dessa leguminosa (ROMAN, 1990).

A soja sob o sistema plantio direto e após as culturas de inverno - cevada, linho, trigo, aveia branca cultivada para grão, e aveia rolada - não foi afetada quanto ao rendimento de grãos, estatura de plantas e altura de inserção dos primeiros legumes (SANTOS; PEREIRA, 1987). No entanto, Santos, Pereira e Reis (1994) registraram menor estatura das plantas e menor altura da inserção dos primeiros legumes, na soja cultivada em sucessão ao linho.

O SPD proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos na camada superficial do solo devido a princípios como o menor revolvimento do solo, a calagem, a adubação e a deposição dos resíduos das culturas na superfície (CARTER; RENNIE, 1982). O sistema plantio direto, ao manter os resíduos vegetais na superfície, tende a aumentar os teores de matéria orgânica do solo, melhorando a agregação das partículas em relação ao preparo convencional (CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990).

A rotação de culturas no SPD tem sido referida como a base de sua sustentação, sendo que as dificuldades em mantê-las são decorrentes, em grande parte, da ausência ou pequena quantidade de cobertura morta na superfície do solo (AITA *et al*, 2001; PERIN *et al.*, 2004). Assim, muitas são as dúvidas e indagações sobre o manejo da palha e o sistema de rotação a ser empregado, principalmente na região dos Cerrados, onde as condições edafoclimáticas acarretam alta decomposição da palha, ameaçando a sustentabilidade dessa tecnologia (FIGUEIREDO *et al*, 2005; GASSEN; GASSEN, 1996).

2.5 Produção de biomassa em sistema plantio direto (SPD)

Ainda como consequência da rotação de culturas, em sistema de plantio direto são deixados na superfície do solo, após a colheita, os restos culturais das diferentes espécies utilizadas no sistema agrícola. Essa cobertura morta tem papel importante no sistema plantio direto, pois além de proteger da erosão, mantém o solo úmido por mais tempo nos períodos de estiagem, entre outros benefícios (SUZUKI; ALVES, 2006).

Esse efeito depende, por sua vez, do tipo de palhada, da distribuição e da quantidade distribuída no solo. As aveias (branca e preta), para a cobertura de solo, segundo Roman (1990), apresentam grandes quantidades de palhada, em relação às gramíneas, como cevada, trigo e triticale.

Estudos realizados por Gassen e Gassen (1996) preconizam que a rotação de culturas de diferentes espécies é um dos princípios básicos para auxiliar na produção das lavouras, além de contribuir na interrupção do processo de multiplicação de patógenos, pragas e plantas daninhas. E isso só é possível se houver escolha de espécies vegetais que se adapte às condições de clima de cada região e do interesse do produtor (SILVA; ROSOLEM, 2001).

Segundo Alvarenga *et al* (2001) e Chaves e Calegari (2001), as espécies escolhidas devem se desenvolver em condições de baixa e média fertilidade do solo e devem ter capacidade de adaptação a baixos valores de pH do solo, contribuindo para a produção de biomassa e, conseqüentemente, melhor produtividades das culturas em sucessão.

A escolha da espécie que será semeada em sucessão no sistema plantio direto depende do planejamento feito pelo agricultor, sendo algumas alternativas de sucessões mais viáveis do ponto de vista econômico ou até mesmo em sustentabilidade do solo (SANTOS; REIS; DERPSCH, 1993; ARGENTA *et al*, 2001; OLIVEIRA *et al*, 2001). O sucesso do plantio direto depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes

para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno (GONÇALVES; CERETTA; BASSO, 2000; CERETTA et al 2002; LARA CABEZAS et al, 2004).

A diversificação do sistema produtivo na safrinha depende de cultivares com rápido crescimento, tolerância ao déficit hídrico, produção de biomassa, ciclagem de nutrientes e utilização humana e animal (SPEHAR et al, 2003). Estudos de Carvalho e Sodré Filho (2000) afirmam que devem apresentar rusticidade, crescimento inicial rápido e alta produção de biomassa na época da seca.

A produção de biomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições climáticas, edáficas e fitossanitárias e, principalmente, do seu sistema radicular, recomendável em sistemas que objetivam uma agricultura sustentável, visando à diversificação das atividades na propriedade (AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002; AMBROSANO et al, 1997; CHAVES; CALEGARI, 2001).

Dentre as principais espécies utilizadas na rotação e sucessão está a cultura do milho que, como safrinha, consolidou-se nos últimos anos pelo aumento expressivo de 63,5% em área plantada e, também, 36,5% em produtividade (TSUNECHIRO; FERREIRA 2005), consolidando, ainda, o sistema plantio direto na sucessão soja-milho safrinha, devido à semeadura imediata após a soja, inclusive com maior produtividade (POSSAMAI; SOUZA; GALVÃO, 2001).

O sucesso da cultura depende também da combinação entre a época de semeadura e o ciclo da cultivar, visando evitar os períodos de seca e geada, dois importantes fatores de risco que interferem na produtividade, aumentando de acordo com o atraso da semeadura (LAZZAROTTO, 2002).

2.6 Relação C/N, acúmulo de nutrientes, decomposição das plantas de cobertura e liberação de nutrientes

A qualidade do resíduo vegetal, principalmente sua relação C/N e o conteúdo de lignina e polifenóis, influencia a taxa de mineralização e o aproveitamento do N pelas culturas (PALM; SANCHES, 1991).

Dentre as espécies empregadas na adubação verde, as leguminosas destacam-se por formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de N e sua baixa relação C/N, aliada à

grande presença de compostos solúveis, favorece a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta (AITA et al, 2001; PERIN et al, 2004).

Por outro lado, o emprego de gramíneas pode amenizar a perda de N, mediante à reciclagem e imobilização em sua biomassa, ao mesmo tempo e que sua menor taxa de decomposição, favorecida pela alta relação C/N, confere cobertura mais prolongada do solo (LARA CABEZAS et al, 2004; PERIN et al, 2004). Aita et al (2001), avaliando o uso de gramínea, leguminosa e pousio no inverno, evidenciaram a possibilidade de redução da quantidade de N mineral, aplicada ao milho cultivado após leguminosas.

A maior rapidez de disponibilidade de nutrientes por parte das leguminosas contribui para uma utilização e redução da quantidade de nutrientes para as plantas.

Entretanto para o milho, por sua vez, prolonga um pouco mais a sua mineralização e disponibilização para as culturas sucessoras, devido às gramíneas terem uma relação C/N maior do que as leguminosas e decomposição mais lenta em sistema plantio direto, determinando proteção mais prolongada do solo (MONEGAT, 1991).

A rotação em SPD com gramíneas e leguminosas permite aumentar a cobertura do solo com restos culturais e elevar a disponibilidade de nitrogênio através da escolha de espécies com relação C/N baixa ou de decomposição rápida, como é o caso das leguminosas (GASSEN; GASSEN, 1996).

O SPD tem como seu principal objetivo a manutenção do solo coberto por palhada, porém, a produção, manutenção e decomposição dessa biomassa ainda é motivo de muitas pesquisas, pois sabe-se que a quantidade de nutrientes liberados pela biomassa é significativo para o sistema, necessitando encontrar as principais espécies que produzam um grande volume de biomassa e que, juntamente com sua decomposição, haja a liberação desses nutrientes (PÁDUA; SILVA; DIAS, 2008).

O menor revolvimento na superfície do solo em SPD altera a fertilidade do solo (PÁDUA; SILVA; DIAS, 2008) e essa alteração de fertilidade se dá principalmente com os teores de P em superfície em consequência do maior volume de biomassa das culturas (MENEZES, 2002).

O uso das plantas de cobertura com grande capacidade de produção de biomassa e com um sistema radicular profundo é indispensável para a ciclagem de nutrientes, em função disso, o milheto, o capim pé-de-galinha e o sistema 'Santa Fé' (Integração Lavoura Pecuária) - com a utilização de plantas do gênero *Brachiaria* - são plantas que estão sendo estudadas

para verificar a disponibilidade de nutrientes para as culturas subsequentes, principalmente o milho cultivado em SPD (BERNARDES, 2003).

De acordo com Torres (2003), a eficiência na utilização de espécies de cobertura está relacionada com a quantidade e a qualidade de biomassa produzida pelas plantas de cobertura.

Os trabalhos de Bertol et al (1998), Aita et al (2001), Aita e Giacomini (2003), Torres *et al.* (2005), Espíndola et al (2006), Kliemann, Braz e Silveira (2006), Boer et al (2007), Gama-Rodrigues, Gama-Rodrigues e Brito (2007) e Torres, Pereira e Fabian (2008) demonstram os benefícios das plantas de cobertura nas propriedades do solo, rendimento das culturas, provenientes da produção de biomassa, acúmulo e liberação de nutrientes e decomposição ao longo do tempo.

Torres et al (2005), estudando a dinâmica da decomposição da biomassa de pousio e braquiária, verificou que nos primeiros 42 dias foram decompostos 55 e 59% da biomassa da cultura anterior quando cultivado milho e soja no verão, respectivamente, e que, ao final de 320 dias, restaram apenas 13 e 11% da biomassa, respectivamente.

O milheto foi a cultura que acumulou a maior quantidade de N, segundo Torres *et al* (2005), quando comparados com braquiária, guandu, crotalária juncea, aveia-preta, com 165,6 kg ha⁻¹, bem superior ao sorgo que acumulou apenas 84,1 kg ha⁻¹.

Também foi o milheto que produziu a maior quantidade de biomassa, com 10,6 t ha⁻¹ e 7,1 t ha⁻¹ de sorgo, valores próximos aos encontrados por Moraes (2001), que também no cerrado encontrou 9,65 t ha⁻¹ de biomassa seca e 126,7 kg ha⁻¹ de N na cultura do milheto, quando manejados em pleno florescimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Tecnológico da Comigo, localizado no município de Rio Verde-GO, cujas coordenadas geográficas são: latitude 17°45'57" S e longitude 51°02'05" W, e altitude de 838 m. O clima de Rio Verde é mesotérmico úmido, com temperaturas amenas durante o inverno e calor no verão e, principalmente, na primavera. Nas estações outono-inverno são registradas as menores temperaturas mínimas, que podem variar de 6 °C à 15 °C. O clima apresenta duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril). A temperatura média anual varia entre 20 °C e 25 °C.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999).

Foram conduzidos dois ensaios no ano agrícola 2008/2009, sendo um com soja e outro com milho, em áreas individuais e anexas, com o mesmo histórico de uso e manejo.

A área apresentava seis anos de manejo com sistema de plantio direto (SPD), sendo que, na safrinha de 2006, foram cultivadas seis culturas (milho - *Zea mays* L, milheto - *Pennisetum glaucum*, sorgo - *Sorghum bicolor* [L.] Moench, trigo - *Triticum aestivum* L., girassol - *Helianthus annuus* L. e feijão - *Phaseolus vulgaris* (L.)) e um pousio (vegetação espontânea: capim-pé-de-galinha - *Eleusine indica* (L.) Gaertn., caruru - *Amaranthus deflexus* L., picão preto - *Bidens pilosa* (L.), capim-carrapicho - *Cenchrus echinatus* (L)). Posteriormente, na safra 2006/2007 e 2007/2008, foram cultivados soja e milho na área, sempre respeitando a mesma ordem, onde se cultivava soja e a mesma onde se cultivava o milho; posteriormente na safrinha de 2007, cultivou-se sorgo, tanto na área de soja quanto na área de milho.

O plantio das culturas de safrinha foi realizado no dia 18 de março de 2008, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, sendo dispostos os tratamentos nas parcelas (girassol; sorgo; milho; feijão; milheto; trigo e pousio [vegetação espontânea]); enquanto que na safra de verão foram cultivadas com soja e milho e nas subparcelas foram avaliados a palhada remanescente aos 47, 75, 112, 147 e 175 dias após a colheita, que ocorreu no dia 18 de julho de 2008.

O plantio da safra de verão (milho e soja) ocorreu no dia 24 de outubro de 2008. A colheita ocorreu no dia 15 de março de 2009. A cultivar de soja utilizada foi Monsoy 7908 RR e a de milho, a Pioneer 30K75. As populações de soja e de milho foram de 220.000 e 60.000 plantas ha⁻¹, respectivamente.

Para avaliar a produtividade do milho e da soja foram coletadas duas linhas centrais de 2 metros de comprimento em cada parcela. A umidade dos grãos foi corrigida para 13% e produtividade em kg ha⁻¹.

A adubação de semeadura utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ de 8-20-18. As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 10 metros de comprimento, com espaçamento de 0,50 m para todas as culturas, com exceção do trigo com 0,25 m entre linhas.

Na safrinha 2008, a cultivar de milho utilizada foi Pioneer 30K75 (60.000 plantas ha⁻¹), do sorgo DKB 510 (170.000 plantas ha⁻¹), trigo BR 18 Terena, milheto ADR300, girassol Aguará 4 (50.000 plantas ha⁻¹), feijão BRS Pontal e uma testemunha em pousio. O corte das

plantas de todas as culturas ocorreu com a utilização de um triturador de palha (Tritton), em 18 de julho de 2008.

Para a avaliação da biomassa remanescente e teor de nutrientes foram retiradas duas amostras por parcela nas linhas centrais, com a utilização de um quadrado de 25 x 25 cm. Na coleta inicial foi marcado com uma estaca o local de amostragem, sendo que as amostragens seguintes ocorreram na sequência na entrelinha da cultura. Posteriormente, essas foram secadas em estufa à temperatura de 65° C, durante 72 horas, até atingirem peso constante, para quantificação da biomassa seca remanescente, segundo metodologia descrita por Raij et al (1996) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Após a moagem das amostras, foram determinados, no material vegetal, os teores de N, P, K, Ca e Mg, segundo métodos descritos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

O carbono (C) foi determinado pela queima em mufla à temperatura de 550 °C (EMBRAPA, 1997). As análises foram realizadas no material vegetal, nos tempos: zero (0), (época de manejo), e nos materiais remanescentes coletados nos tempos 47, 75, 112, 147 e 175 dias após o manejo e posteriormente foi realizada a relação C/N.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais, ajustou-se um modelo matemático exponencial decrescente, utilizado por Torres et al (2005).

$P = P_0 \exp(-kt)$, onde:

P = quantidade de biomassa seca existente no tempo t, (kg ha⁻¹);

P₀ = fração do resíduo vegetal potencialmente decomponível;

k = constante de decomposição da biomassa seca.

Para calcular o tempo de meia-vida (T_{1/2}), ou seja, o tempo necessário para que 50% da biomassa remanescente sejam decompostas, utilizou-se uma fórmula matemática, de acordo com Paul e Clark (1996).

$T_{1/2} = 0,693/k$, onde:

T_{1/2} = tempo de meia-vida para decomposição da biomassa (dias);

k = constante de decomposição.

Os resultados obtidos foram submetidos ao programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises de regressão relativas à decomposição da biomassa até 175 dias após o manejo das diferentes culturas foram realizadas com o uso do aplicativo Sigma Plot.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises química e física do solo, anterior à instalação do experimento, na profundidade de 0-20cm, se encontram na tabela 1.

Tabela 1. Análise química e textura do solo em profundidades de 0 – 20 cm antes da implantação do experimento (Safra 2008/2009)

Parâmetro	Unidade	Soja	Milho
Ca ⁺²	cmolc dm ⁻³	2,03	1,94
Mg ⁺	cmolc dm ⁻³	0,33	0,30
K ⁺	cmolc dm ⁻³	0,09	0,13
Al	cmolc dm ⁻³	0,10	0,10
H+Al	cmolc dm ⁻³	5,8	5,6
P(Mehlich)	mg dm ⁻³	7,57	9,06
M.O.	g kg ⁻¹	24,02	24,80
CaC12	pH	4,5	4,5
m%	%	3,93	4,05
V%	%	29,76	29,67
CTC	cmolc dm ⁻³	8,22	7,98
SB	cmolc dm ⁻³	2,45	2,37
Argila	g kg ⁻¹	500	510
Silte	g kg ⁻¹	30	30
Areia	g kg ⁻¹	470	460
Fe	mg dm ⁻³	88,2	75,9
Mn	mg dm ⁻³	23,9	23,8
Cu	mg dm ⁻³	1,9	1,3
Zn	mg dm ⁻³	13,6	12,7

Os dados referentes à precipitação total mensal durante a condução do experimento, encontram-se na Tabela 2.

Durante a condução do experimento a precipitação apresentou períodos bem distintos para os períodos compreendidos entre março e abril de 2008, com elevada precipitação, que chegou a 282 mm no mês de março e reduziu a 0 mm a partir de maio até julho, iniciando um novo ciclo de período chuvoso com precipitação de 2 mm em agosto e aumentando seu

volume até o pico máximo para o final do ano de 2008, com 212mm no mês de novembro. Já para o início de 2009, o mês de janeiro apresenta 155mm, e o mês de março de 2009 uma precipitação de 290 mm (Tabela 2).

Todavia, observa-se uma distribuição uniforme das chuvas dentro do período considerado chuvoso na região, que vai de outubro a abril, e outro período praticamente sem chuvas, considerado o período seco, que vai de maio a setembro de cada ano.

Tabela 2. Precipitação total mensal em mm no período de condução do experimento (Safrá 2008/2009)

Precipitação mensal												
2008							2009					
Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
mm												
282	201	0	0	0	2	21	175	212	155	156	160	290

Fonte – Centro Tecnológico Comigo – CTC – COMIGO

Na tabela 3 é apresentada a biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação.

Nota-se que o milho e o girassol foram as culturas com maior volume de biomassa produzida, com os 12813 e 12059 kg ha⁻¹, respectivamente, na época do manejo da cultura quando cultivados em sucessão à soja e com volume de produção de 10399 e 9958 kg ha⁻¹, respectivamente, quando cultivados em sucessão ao milho e essa diferença se deve à fixação biológica de nitrogênio realizada pela soja, contribuindo no maior desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas em sucessão a essa leguminosa, conforme observado na tabela 3.

A cultura do feijão, tanto em sucessão à soja quanto ao milho, foi a que apresentou menor produção de biomassa, com 6373 kg ha⁻¹ quando cultivado em sucessão ao milho e 4536 kg ha⁻¹ quando cultivado em sucessão à soja.

Esses valores baixos, principalmente quando o feijão sucede o cultivo de outra leguminosa, reforça a necessidade de cultivo de espécies diferentes dentro de uma rotação de culturas, principalmente com utilização de gramínea-leguminosa-gramínea.

Portanto, houve maior variação em relação à produção da palhada do milho, que foi a cultura com maior produção de palha, diferindo estatisticamente do feijão em área cultivada com milho na safra de verão (Tabela 3). Isso se justifica pelo fato de o milho ser uma

gramínea com maior ciclo e porte de planta, resultando em maior acúmulo de biomassa que a cultura do feijão.

Tabela 3. Biomassa seca remanescente de plantas de cobertura até 175 dias cultivadas na safrinha em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrinha 2008/2009)

Tratamentos/ Épocas(dias)	Soja						Média
	0	47	75	112	147	175	
	----- kg ha ⁻¹ -----						
Milho	12813a	7307a	7040a	6171a	6089a	5118a	7423
Sorgo	7320b	6617ab	6162ab	5251ab	5067ab	4285ab	5784
Milheto	8958b	7510a	6879a	5792a	4800ab	4486ab	6404
Trigo	7864b	6528ab	5951ab	5481ab	4432ab	3843ab	5683
Girassol	12059a	7176a	6149ab	5948ab	3355b	3100ab	6298
Feijão	4536c	4196b	3952b	3666b	3522b	2243b	3686
Pousio	7370b	6408ab	6214ab	5615ab	5182ab	4614ab	5900
Tratamentos/ Épocas(dias)	Milho						Média
	0	47	75	112	147	175	
	----- kg ha ⁻¹ -----						
Milho	10399a	6117a	5973a	5566a	4801a	4584a	6240
Sorgo	7461ab	7028a	6341a	6002a	5915a	5351a	6350
Milheto	9238ab	8016a	7436a	5936a	4638a	4167a	6572
Trigo	7590ab	7324a	7051a	6528a	5488a	4742a	6454
Girassol	9958ab	7628a	7108a	6076a	5740a	4989a	5423
Feijão	6373c	5771a	5085a	4748a	4087a	3394a	4909
Pousio	7861abc	6836a	6362a	5991a	5599a	4818a	6244

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim, na produção de resíduos culturais, fator muito importante no aporte de material orgânico, o milho representa papel de destaque por sua grande produção de biomassa. O que contribui para a maior cobertura do solo em épocas de entressafras, tanto em quantidade como em tempo de permanência na superfície (Tabela 3), contribuído, assim, com a sustentabilidade do sistema de plantio direto na região do cerrado.

Conforme Santos e Pires (2004), o milho torna-se cultura fundamental no planejamento de rotações de culturas nas propriedades agrícolas sob o sistema de plantio direto na região do cerrado, mantendo cobertura e uniformidade que permitem a chegada de um novo ciclo de cultivo com uma boa proteção do solo.

No que se refere ao sorgo, Moraes (2001), na safrinha, e Oliveira (2001) observaram valores de 10700 e 15500 kg ha⁻¹, respectivamente, no estágio reprodutivo da cultura, porém, essa produção de biomassa seca esteve relacionada à rebrota do sorgo. No presente estudo, em

condições de cerrado, a produção de biomassa das culturas de sorgo, milho, trigo e pousio nas áreas de soja e milho não diferem significativamente entre si.

A palhada contribui para a redução da erosão do solo, aumento da infiltração e retenção de água, redução da oscilação térmica, supressão de plantas invasoras e outros, tendo sido importante para a consolidação do sistema plantio direto (SPD) no Brasil devido à quantidade de biomassa produzida, geralmente acima de 6000 kg ha^{-1} , com alta relação C/N e alto teor de lignina (WISNIEWSKI; HOLTZ, 1997).

Neste estudo, todas as plantas de cobertura na área cultivada com o milho no verão atingiram a produção de (6000 kg ha^{-1}) de palhada, mesmo no período de safrinha, sendo essa produção a mínima necessária para uma cobertura uniforme do solo, entretanto, na área de soja, a cultura do feijão proporcionou uma produção menor que a mínima necessária, com apenas 4536 kg ha^{-1} .

O milho, tanto na área de milho quanto na da soja, produziu em torno de 9000 kg ha^{-1} de biomassa (Tabela 3 e 4). Pitol (1996) menciona que a produção de biomassa seca do milho pode variar de 4000 a 5000 kg ha^{-1} ; já França e Madureira (1989), em área de cerrado, sem adubação, produziram 4500 kg ha^{-1} de biomassa seca de milho. Carvalho e Sodré Filho (2000) relataram uma produção variável de 10024 a 10316 kg ha^{-1} em solos de cerrado quando a espécie de milho BN-2 apresentou 50% de floração. Essa variação na produção de biomassa se deve a cultivar utilizada e às condições de fertilidade do solo e condições climáticas do período de cultivo.

Observa-se que, aos 47 dias, ocorreu uma maior queda na decomposição das palhadas do milho e girassol (Tabela 3). Esse fato se deveu pela maior decomposição das folhas nas fases iniciais e, posteriormente, aos caules, que são materiais mais resistentes à decomposição, resultando, com isso, numa decomposição mais lenta. Dalazen et al (2007), trabalhando com decomposição de biomassa de girassol, verificaram que, aos 21 dias após o manejo, já haviam decomposto 51% da biomassa da cultura.

Na tabela 4 é apresentada a percentagem da biomassa remanescente acumulada de plantas de cobertura até 175 dias, com decomposição máxima do girassol, aos 175 dias após o manejo da cultura, que chegou à 74% de decomposição de biomassa quando cultivada em sucessão à soja.

Estudando a velocidade de decomposição da palhada de milho e sorgo, bem como o acúmulo de nutrientes na biomassa e sua mineralização, Moraes (2001) observou que a taxa

média de decomposição da palhada é maior nos primeiros 42 dias após a dessecação, quando a cultura apresentou 50% de floração.

Tabela 4. Percentagem de perda da biomassa de plantas de cobertura até 175 dias, cultivadas na safrinha, em áreas de milho e soja de verão (Safrá 2008/2009)

Tratamentos/ Épocas(dias)	Soja					
	0	47	75	112	147	175
	----- % -----					
Milho	0	43	45	52	52	60
Sorgo	0	10	16	29	31	41
Milheto	0	16	23	35	46	50
Trigo	0	17	24	30	44	51
Girassol	0	40	49	51	72	74
Feijão	0	7	13	19	22	51
Pousio	0	13	16	24	30	37

Tratamentos/ Épocas(dias)	Milho					
	0	47	75	112	147	175
	----- % -----					
Milho	0	41	43	46	54	56
Sorgo	0	6	15	20	21	28
Milheto	0	13	20	36	50	55
Trigo	0	4	7	14	28	38
Girassol	0	23	28	39	42	50
Feijão	0	9	20	25	36	47
Pousio	0	13	19	24	29	39

Resultados semelhantes aos observados no presente trabalho, quando analisadas as culturas de maior decomposição da biomassa, que apresentaram perdas acumuladas de 43% e 40% da biomassa de milho e girassol, enquanto para o milheto, a decomposição apresentou 16% e 13% de decomposição acumulada nos primeiros 47 dias, quando cultivados em sucessão à soja e ao milho, respectivamente. Esse resultado de decomposição da biomassa menos acentuada em comparação com outros autores se deveu ao período fenológico estudado, que, neste trabalho, foi na colheita dos grãos e, nos outros trabalhos mencionados, ocorreram com 50% de floração, época que apresenta uma maior velocidade de decomposição devido à menor relação C/N. Bertol et al (1998) verificaram que, após 180 dias, a aveia-preta apresentou diminuição de 80% da biomassa seca remanescente, quando incorporada ao solo. Silva et al (1997) avaliaram a taxa de decomposição de crotalária, guandu, mucuna-preta e braquiária aos 60 dias após o manejo em solo sob cerrado nativo e obtiveram taxas de decomposição de 61,3%; 61,9%; 65,6% e 78,9%, respectivamente.

No presente estudo, mesmo sem incorporação, apresentou uma taxa de decomposição da biomassa da cultura do girassol de 74% aos 175 dias após o manejo, valor semelhante ao encontrado por Silva et al (1997), quando verificaram 78,9% de decomposição da palhada de braquiária aos 60 dias após o manejo.

As coberturas que apresentaram os maiores percentuais de perdas na safrinha foram o milho, seguido pelo milheto, na área cultivada com milho na safra de verão. O girassol e o milho, na área de soja, com 56%, 55%, 74% e 60%, respectivamente (tabela 4). Essa alta decomposição pode estar relacionada à maior proporção de folhas dessas culturas que proporcionam uma maior decomposição inicial. Bertol et al (1998) verificaram que, após 180 dias, o milho apresentou uma taxa de 64% de diminuição da biomassa seca remanescente quando incorporada ao solo. Kliemann, Braz & Silveira (2006) verificaram elevadas taxas de decomposição para sorgo (80% e 86%), milheto (58% e 65%), braquiária (56% e 62%), guandu (65% e 79%), aos 150 e 360 dias após o manejo. As variações existentes entre os resultados de literatura se devem às cultivares utilizadas, épocas de plantio, fertilidade do solo e às condições climáticas.

As menores perdas iniciais de biomassa foram observadas no trigo e no sorgo com 4 e 6%, aos 47 dias após o manejo, mantendo uma tendência de menor decomposição até os 175 dias após o manejo, com 38% e 28%, respectivamente, em área de sucessão ao milho (Tabela 4); já o pousio apresentou resultado semelhante tanto na área de sucessão à soja quanto ao milho, com 37% e 39% de decomposição aos 175 dias após o manejo, respectivamente.

A tabela 5 apresenta a relação carbono/nitrogênio em diferentes culturas de safrinha em sucessão à soja e ao milho.

Tabela 5. Relação Carbono/Nitrogênio em diferentes culturas de safrinha em sucessão à soja e ao milho (Safrinha 2008/2009)

Tratamentos	Sucessão à Soja			Sucessão ao Milho		
	C	N	C/N	C	N	C/N
	----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----		
Milho	54a	0,84a	64a	54a	0,80a	68a
Sorgo	53ab	0,75a	71a	53ab	0,80a	66a
Milheto	53bc	0,68a	78a	53bc	0,75a	71a
Trigo	52c	0,84a	62a	52bc	0,73a	71a
Girassol	53a	0,84a	63a	52c	0,72a	72a
Feijão	53abc	0,88a	60a	53b	0,60a	88a
Pousio	52c	0,79a	66a	53b	0,73a	73a
CV%	0,68	15,22	17,37	1,17	14,55	17,32

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A menor decomposição do trigo, sorgo e pousio se deve, principalmente, ao alto valor da relação C/N de suas palhadas que chegaram a 71:1, 66:1 e 73:1, respectivamente, em sucessão ao milho (Tabela 5) devido às condições climáticas do período de avaliação, cuja precipitação pluviométrica foi mais acentuada no primeiro mês após o manejo da biomassa em campo (Tabela 2). Torres, Pereira e Fabian (2008) comprovam que as condições climáticas da região do Triângulo Mineiro, no inverno, são desfavoráveis à decomposição dos resíduos culturais de plantas de cobertura, pois a precipitação e temperatura diminuem acentuadamente.

Na tabela 6 estão apresentados os valores dos coeficientes “P_o” e “k” da equação de regressão $P = P_o \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) da biomassa seca remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

Em relação à meia-vida para a biomassa remanescente, essa variou de 89 a 385 dias, para girassol e sorgo, respectivamente (tabela 6). Essa elevada meia-vida para o sorgo é decorrente da elevada relação C/N de sua palhada com 71:1 e 66:1, respectivamente (tabela 5). Esse fator é responsável por manter a cobertura de palhada no solo por um período maior de tempo, mesmo quando se compara com a biomassa do girassol que, por sua vez, tem grande parte composta por caules, o que faz com que a sua decomposição seja mais lenta quando comparada às folhas, que se decompõem com maior rapidez.

O milheto apresentou uma meia-vida variando de 157 a 173 dias (tabela 6). Boer et al (2008) observaram, em estudo com o milheto ADR500 na safrinha e manejado com 50% de florescimento, uma meia vida de 105 dias. Essa maior meia-vida no presente estudo é em razão do material ter atingido a maturação fisiológica, resultando em maior relação C/N e, conseqüentemente, numa maior resistência à decomposição ao longo do tempo.

Tabela 6. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_o \exp(-kt)$ e meia-vida (T_{1/2}) para decomposição da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha em áreas cultivadas com milho e soja no verão (Safrá 2008/2009)

----- Coeficientes -----				
Soja				
Culturas de Safrinha	P _o	k	R ²	T _{1/2}
Milho	11641,19	0,0055	0,84**	126
Sorgo	7451,02	0,0029	0,97**	239
Milheto	9045	0,0040	0,99**	173
Trigo	7903,20	0,0038	0,98**	182
Girassol	11654,70	0,0078	0,95**	89
Feijão	4732,07	0,0028	0,79**	247
Pousio	7360,09	0,0025	0,99**	277
Milho				

Culturas de Safrinha	P ₀	k	R ²	T _{1/2}
Milho	9464,15	0,0050	0,84**	139
Sorgo	7480,54	0,0018	0,96**	385
Milheto	9597,70	0,0044	0,97**	157
Trigo	7998,22	0,0024	0,87**	289
Girassol	9561,29	0,0036	0,95**	193
Feijão	6532,83	0,0033	0,97**	210
Pousio	7808,48	0,0025	0,98**	277

(**) e (*) Significativo no nível de 1 e 5%, respectivamente.

Na figura 1 são mostradas as equações de regressão da biomassa seca remanescente de plantas de cobertura na safrinha, em área de milho e soja, no verão.

Pode-se observar que houve uma queda exponencial decrescente na biomassa seca remanescente (Figura 1), sendo que, na fase inicial, a queda é mais acentuada em razão da grande quantidade de folhas e, na fase final, menores variações em razão de o material ser mais lignificado e, conseqüentemente, mais resistente à decomposição, concordando com Dalazen et al (2007).

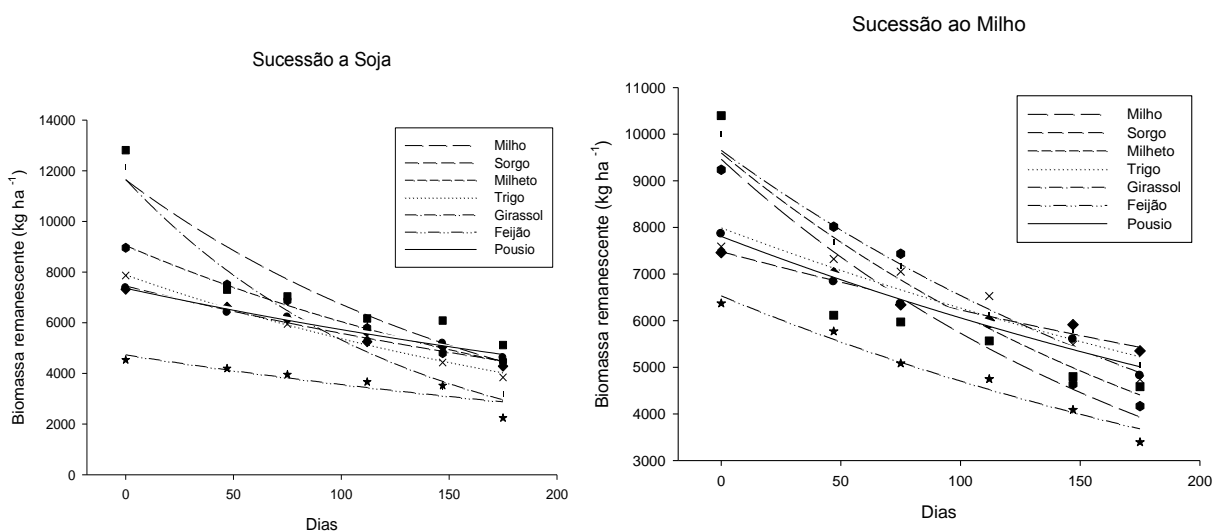


Figura 1. Equações de regressão da biomassa seca remanescente de plantas de cobertura na safrinha e sua decomposição ao longo de 175 dias em sucessão ao milho e à soja (Safrinha 2008/2009).

Na tabela 7 é apresentado o teor de N nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

O teor de N na biomassa seca remanescente em todas as culturas de safrinha não diferiu entre si na época zero (0) dias, porém, a evolução da sua liberação diferiu na segunda época, com 47 dias para as culturas de feijão e trigo, quando comparadas com o sorgo em sucessão à soja (Tabela 7).

Na cultura do milho em sucessão à soja obteve-se um teor de 6,78 g kg⁻¹ de N, quando analisada a planta inteira, em seu estágio final de maturação fisiológica. Bonamico (1999) observou o teor de nitrogênio de 34,2 g kg⁻¹ nas folhas do milho, que propiciam um maior teor quando se trata de biomassa verde.

O teor de N é superior quando cultivado em sucessão à soja, resultado justificado pela maior concentração de N da leguminosa em relação ao milho, pela sua capacidade de fixação biológica do N atmosférico.

Tabela 7. Teor de nitrogênio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação na área experimental (Safrá 2008/2009)

Tratamentos	Nitrogênio (g kg ⁻¹) (Sucessão à Soja)					
	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	8,42a	7,22ab	7,05a	6,78a	6,49a	5,03a
Sorgo	7,46a	5,88b	5,67a	5,51a	5,38a	4,91a
Milheto	6,78a	6,04ab	5,66a	5,55a	5,26a	5,08a
Trigo	8,35a	8,02a	7,35a	6,08a	5,58a	5,01a
Girassol	8,38a	7,79ab	5,84a	4,95a	4,80a	4,60a
Feijão	8,79a	7,99a	7,30a	6,78a	5,98a	5,28a
Pousio	7,88a	7,00ab	6,65a	6,18a	5,46a	4,90a
CV%	11,96					
Tratamentos	Nitrogênio (g kg ⁻¹) (Sucessão ao Milho)					
	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	8,00a	6,79a	5,47a	5,11a	4,88a	4,02a
Sorgo	8,00a	6,54a	4,81a	4,65a	4,45a	4,27a
Milheto	7,46a	6,01a	5,30a	5,18a	5,10a	4,50a
Trigo	7,28a	5,43a	4,98a	4,72a	4,52a	3,76a
Girassol	7,22a	6,62a	5,69a	5,69a	5,20a	3,90a
Feijão	5,96a	5,52a	5,28a	5,08a	4,80a	4,09a
Pousio	7,25a	6,36a	5,14a	4,98a	4,88a	4,25a
CV%	11,96					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Na tabela 8 apresentam-se os valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P=P_0 \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do teor de N remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

Com relação à meia-vida para o teor de N remanescente, essa variou de 173 a 433 dias, para girassol e milho em sucessão à soja, respectivamente. Já em sucessão à cultura do milho, o sorgo apresentou a menor meia-vida, apenas 169 dias. O feijão, com 385 dias (tabela 6), foi a maior meia-vida e, mesmo sendo uma leguminosa, o feijão apresentou maior meia-

vida devido à presença de caule e hastes e sem a presença de folhas, cujo material mais lignificado apresenta um maior tempo de decomposição em comparação com as folhas.

Concernente ao teor de N remanescente nas plantas de cobertura, observa-se uma perda acentuada de N da cultura do girassol quando cultivada em sucessão à soja, diferentemente das outras culturas que apresentaram uma perda uniforme quando comparadas entre elas (Figura 2).

O feijão apresentou comportamento diferente quando cultivado em sucessão ao milho, verificando-se uma lenta decomposição, o que pode ser comprovado devido à sua meia-vida de 385 dias (tabela 8) e sua equação de regressão (Figura 2).

Tabela 8. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de N da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e milho no verão (Safrinha 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	8,3653	0,0023	0,8617	301
Sorgo	7,0701	0,0022	0,8521	315
Milheto	6,6229	0,0016	0,9461	433
Trigo	8,7705	0,0030	0,9468	231
Girassol	8,5179	0,0040	0,9135	173
Feijão	8,9503	0,0027	0,9825	257
Pousio	7,9667	0,0025	0,9813	277
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	7,9144	0,0038	0,9615	182
Sorgo	7,7022	0,0041	0,8910	169
Milheto	7,1025	0,0027	0,8968	257
Trigo	6,9071	0,0035	0,9176	198
Girassol	7,3613	0,0029	0,8967	239
Feijão	6,0316	0,0018	0,9254	385
Pousio	7,1209	0,0030	0,9271	231

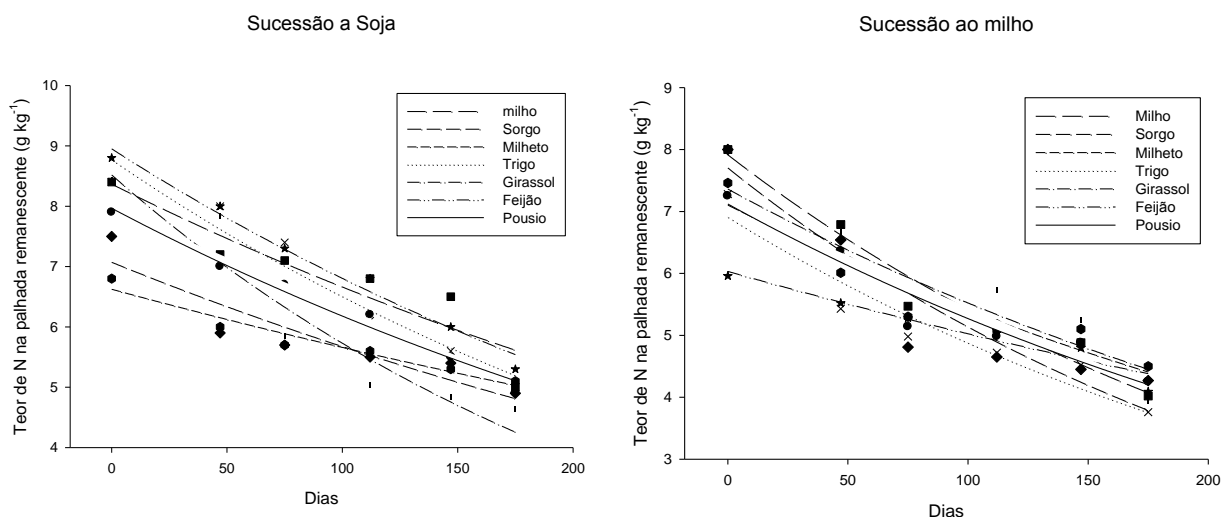


Figura 2. Equações de regressão do teor de N remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safra 2008/2009).

Na tabela 9 são apresentados os conteúdos de N nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

Tabela 9. Conteúdo de nitrogênio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrinha 2008/2009)

Nitrogênio (kg ha ⁻¹) (Sucessão à Soja)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	107,95a	52,75a	49,63a	41,85a	39,50a	25,75a
Sorgo	55,00b	38,92bc	34,93bc	28,95ab	27,24ab	21,02ab
Milheto	60,75b	45,34abc	38,91abc	32,15ab	25,23b	22,77ab
Trigo	65,66b	52,35ab	43,74ab	33,30ab	24,71b	19,24ab
Girassol	100,99a	55,93a	35,89abc	29,44ab	16,10b	14,26ab
Feijão	39,89c	33,54d	28,85c	24,86b	21,04b	11,83b
Pousio	58,04b	44,86abc	41,32abc	34,67ab	28,31ab	22,61ab
CV%	13,48					
Nitrogênio (kg ha ⁻¹) (Sucessão ao Milho)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	83,26a	41,52ab	32,66a	28,42a	23,40a	18,45a
Sorgo	59,76bc	45,99a	30,52a	27,91a	26,32a	22,84a
Milheto	68,94bc	48,15a	39,41a	30,72a	23,65a	18,75a
Trigo	55,26c	39,78ab	35,08a	30,84a	24,83a	17,81a
Girassol	71,88ab	50,54a	40,43a	34,56a	29,85a	19,46a
Feijão	37,96d	31,88b	26,82a	24,10a	19,62a	13,87a
Pousio	56,99c	43,49ab	32,68a	29,81a	27,30a	20,48a
CV%	13,48					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

O conteúdo de N na biomassa seca remanescente em todas as culturas de safrinha, com exceção ao milheto, foram superiores quando cultivadas em sucessão à soja.

Destaca-se a cultura do milho e girassol cultivados em sucessão à soja, que apresentou 108 kg ha⁻¹ e 101 kg ha⁻¹ de N, e 8,42 g kg⁻¹ e 8,38 g kg⁻¹ de teor de N (Tabela 7), para uma produção de 12813 kg ha⁻¹ e 12059 kg ha⁻¹ de biomassa (Tabela 3), respectivamente para milho e girassol em sucessão à soja.

A cultura que apresentou menor conteúdo de N foi o feijão, tanto quando cultivado em sucessão à soja 40 kg ha⁻¹ e quando em sucessão ao milho, com valores de 38 kg ha⁻¹. O teor de N com 8,79 g kg⁻¹ em sucessão à soja e 5,96 g kg⁻¹ em sucessão ao milho (Tabela 7), para uma produção de 4536 kg ha⁻¹ e 6373 kg ha⁻¹ de biomassa (Tabela 3) para feijão em sucessão à soja e ao milho, respectivamente.

O baixo conteúdo de N no feijão pode ser justificado pela baixa produção de biomassa da cultura, que mesmo com elevados teores não conseguiu compensar com a quantidade de N.

Já na cultura do milheto, Braz et al (2004) observaram uma quantidade de 348 kg ha⁻¹ de N na cultura do milheto cultivado em safrinha aos 52 dias após o plantio, em condições de cerrado, bem superior à encontrada neste trabalho cultivado em safrinha, que foram de 61 kg ha⁻¹ e 69 kg ha⁻¹ de N na cultura do milheto, quando cultivado em sucessão à soja e ao milho, respectivamente (Tabela 9).

Esses valores se justificam devido ao estágio fenológico da planta no período de avaliação dado que, enquanto Braz et al (2004) avaliaram o milheto com 50% de florescimento e neste estudo foram avaliados no estágio de maturação fisiológica da cultura.

A Tabela 10 apresenta valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P = P_0 \exp(-kt)$ e os respectivos coeficientes de determinação (R²) e a meia-vida (T_{1/2}) do conteúdo de N remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

A meia-vida para o conteúdo de N remanescente na cultura do girassol e a cultura do milho em sucessão à soja foram as que obtiveram a menor meia-vida, com 57 e 83 dias, respectivamente (Tabela 10). Esse fato se deve que o girassol possui grande parte de sua biomassa composta por folhas e flores, material com maior facilidade de decomposição por apresentarem uma baixa relação C/N de apenas 13:1, conforme relata Sodré Filho (2004). O seu caule, segundo o mesmo autor, a relação C/N é de 81:1 quando cultivada em sucessão ao milho, semelhante ao valor encontrado neste trabalho que foi de 74:1, nas mesmas condições de manejo (Tabela 5).

Esses valores permitem avaliar que a menor meia-vida do girassol em sucessão à soja e ao milho propicia uma acelerada decomposição inicial, conforme demonstrado nas curvas das equações de regressão do conteúdo de N das culturas em sucessão à soja (Figura 3).

Na sucessão da cultura do milho no verão, o milho em safrinha apresentou a menor meia-vida, com apenas 70 dias, valor menor de quando a cultura foi cultivada em sucessão à soja, apresentando uma acelerada decomposição da sua biomassa (Figura 3).

Tabela 10. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de N da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha em áreas cultivadas em sucessão a soja e milho no verão (Safrá 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	100,1225	0,0083	0,8986	83
Sorgo	53,2426	0,0053	0,9737	131
Milheto	60,3257	0,0058	0,9981	119
Trigo	67,7450	0,0065	0,9849	107
Girassol	100,1121	0,0122	0,9924	57
Feijão	41,4112	0,0052	0,9302	133
Pousio	58,1543	0,0050	0,9900	139
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	78,8015	0,0099	0,9431	70
Sorgo	58,4253	0,0060	0,9389	116
Milheto	68,7007	0,0073	0,9995	95
Trigo	54,5987	0,0058	0,9818	119
Girassol	70,9391	0,0068	0,9838	102
Feijão	38,9056	0,0049	0,9677	141
Pousio	56,0452	0,0057	0,9702	122

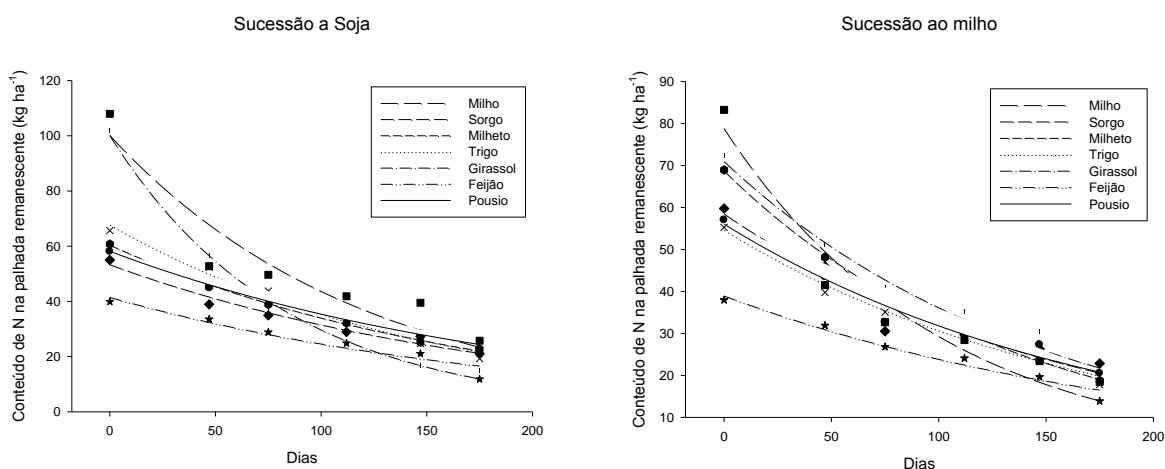


Figura 3. Equações de regressão do conteúdo de N remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (Safrá 2008/2009).

Na tabela 11 são apresentados os teores de P nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

Verifica-se que a quantidade de nutrientes acumulados em plantas de cobertura depende do potencial de acúmulo de matéria seca pela cultura. No presente estudo, os teores de P foram superiores nas culturas de milho e trigo com 1,15 g kg⁻¹ e 1,19 g kg⁻¹, respectivamente, quando cultivadas em sucessão ao milho (Tabela 11).

Em sucessão à soja, o pousio com plantas espontâneas apresentou o maior teor de P, com 1,4 g kg⁻¹ (Tabela 11).

Tabela 11. Teor de fósforo na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrá 2008/2009)

Tratamentos	Fósforo (g kg ⁻¹) (Sucessão à Soja)					
	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	0,58d	0,53d	0,49d	0,46c	0,42c	0,43d
Sorgo	0,85c	0,81bc	0,67cd	0,56bc	0,58bc	0,57cd
Milheto	0,97bc	0,96b	0,93b	0,87a	0,69ab	0,65bcd
Trigo	1,12b	1,01b	0,96ab	0,95a	0,89a	0,83ab
Girassol	0,58d	0,60cd	0,49d	0,48c	0,47bc	0,44cd
Feijão	0,93bc	0,88b	0,79bc	0,73ab	0,69ab	0,69abc
Pousio	1,40a	1,32a	1,18a	0,98a	0,91a	0,92a
CV%	13,25					
Tratamentos	Fósforo (g kg ⁻¹) (Sucessão ao Milho)					
	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	0,62cd	0,60bc	0,53bc	0,53b	0,48b	0,48ab
Sorgo	0,75d	0,56c	0,50bc	0,54ab	0,50ab	0,48ab
Milheto	1,15a	0,88a	0,84a	0,78a	0,74a	0,69a
Trigo	1,19a	0,98a	0,87a	0,42b	0,42b	0,42b
Girassol	0,56d	0,49c	0,46c	0,46b	0,45b	0,43b
Feijão	0,90bc	0,82ab	0,72ab	0,61ab	0,61ab	0,59ab
Pousio	1,05ab	0,96a	0,88a	0,67ab	0,67ab	0,64ab
CV%	13,25					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Na tabela 12 apresentam-se os valores dos coeficientes “P_o” e “k” da equação de regressão $P = P_o \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do teor de P remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

Com relação à meia-vida para o teor de P remanescente, a cultura do trigo em sucessão ao milho foi a que obteve a menor meia-vida, com 102 dias (Tabela 12). Porém, quando essa mesma cultura do trigo foi cultivada em sucessão à soja, ela apresentou a maior meia-vida em

relação a todas as culturas, com 433 dias, coincidindo com o mesmo valor da meia vida do milho safrinha quando cultivado em sucessão ao milho de verão.

Tabela 12. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de P da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrinha 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	0,5756	0,0019	0,9646	365
Sorgo	0,8563	0,0027	0,8710	257
Milheto	1,0319	0,0022	0,8217	315
Trigo	1,1055	0,0016	0,9644	433
Girassol	0,5956	0,0017	0,8023	408
Feijão	0,9329	0,0019	0,9549	365
Pousio	1,4312	0,0028	0,9411	248
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	0,6240	0,0016	0,9236	433
Sorgo	0,6871	0,0024	0,7270	289
Milheto	1,0880	0,0029	0,9100	239
Trigo	1,2439	0,0068	0,9090	102
Girassol	0,5384	0,0014	0,8590	495
Feijão	0,8989	0,0027	0,9413	257
Pousio	1,0703	0,0032	0,9329	217

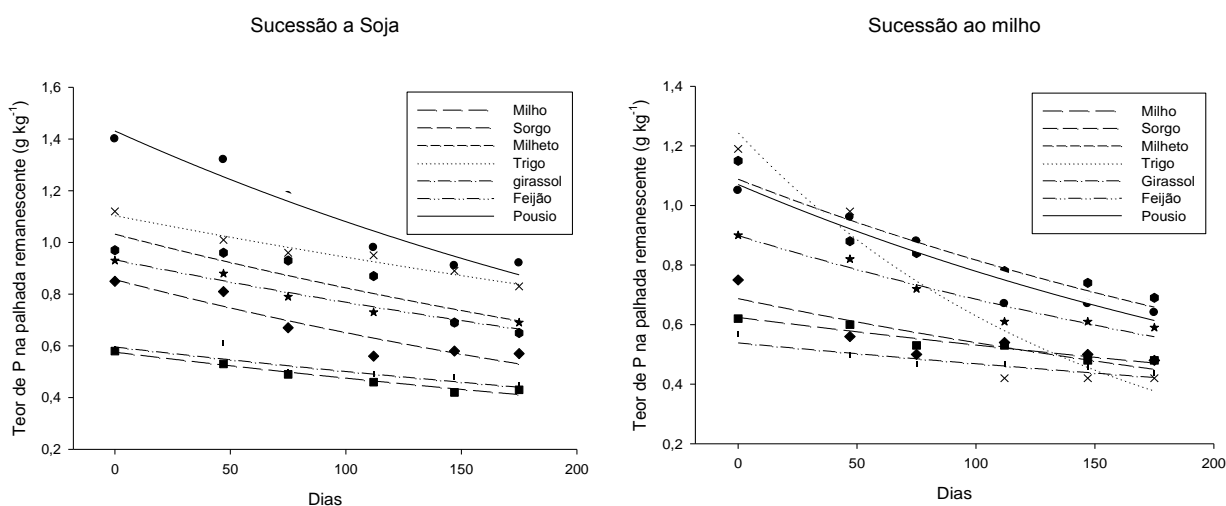


Figura 4. Equações de regressão do teor de P remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (Safrinha 2008/2009).

Na tabela 13 é apresentado o conteúdo de P nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

As quantidades de P encontradas neste trabalho foram de 10,31 kg ha⁻¹; 8,85 kg ha⁻¹; 8,71 kg ha⁻¹; 7,39 kg ha⁻¹ e 7,05 kg ha⁻¹ para o pousio, trigo, milheto, milho e girassol, respectivamente (tabela 13), sendo bem superior às quantidades obtidas por Francisco, Câmara e Segatelli (2007), que encontraram 6,5 kg ha⁻¹ de P trabalhando com capim-pé-de-galinha, e Azevedo & Nascimento (2002) com 4,05 kg ha⁻¹ e 2,56 kg ha⁻¹ de P quando trabalhavam com capim-pé-de-galinha e amaranto, respectivamente.

Isso nos permite salientar as culturas de trigo, milheto, milho e girassol como mais eficientes na ciclagem de P, em condições de safrinha, na região do cerrado.

No entanto, as quantidades de P observadas de 8,71 kg ha⁻¹ na biomassa seca de milheto e 6,28 kg ha⁻¹ na de sorgo, por ocasião da colheita, quando cultivados em sucessão à soja e de 10,67 kg ha⁻¹ e 5,63 kg ha⁻¹, respectivamente, quando cultivados em sucessão ao milho (Tabelas 13), foram inferiores às encontradas por Oliveira, Carvalho e Moraes (2002), com 100 dias após o plantio, que encontraram 24,81 kg ha⁻¹ para o milho comum e 26,17 kg ha⁻¹ para o sorgo.

Tabela 13. Conteúdo de fósforo na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (safra 2008/2009)

Fósforo (kg ha ⁻¹) (Sucessão à Soja)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	7,39bcd	3,88de	3,44c	2,85b	2,59bc	2,22bc
Sorgo	6,28d	5,36cd	4,12bc	2,94b	2,94bc	2,46bc
Milheto	8,71abc	7,18ab	6,39a	5,04a	3,31ab	2,90abc
Trigo	8,85ab	6,57bc	5,74ab	5,20a	3,95ab	3,17ab
Girassol	7,05cd	4,27de	3,03c	2,83b	1,58c	1,36c
Feijão	4,23e	3,68e	3,11c	2,69b	2,44bc	1,54bc
Pousio	10,31a	8,46a	7,35a	5,51a	4,71a	4,23a
CV%	15,07					
Fósforo (kg ha ⁻¹) (Sucessão ao Milho)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	6,48c	3,65b	3,14b	2,97b	2,30a	2,19a
Sorgo	5,63c	3,91b	3,19b	3,22ab	2,97a	2,54a
Milheto	10,67a	7,03a	6,25a	4,66a	3,45a	2,89a
Trigo	9,06ab	7,19a	6,14a	2,77b	2,33a	2,02a
Girassol	5,56c	3,73b	3,39b	2,79b	2,76a	2,64a
Feijão	5,74c	4,76b	3,67b	2,90b	2,49a	1,99a
Pousio	8,29b	6,55a	5,57a	3,99ab	3,74a	3,10a
CV%	15,07					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Na tabela 14 estão apresentados os valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P=P_0 \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do conteúdo de P remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

Tabela 14. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida (T_{1/2}) para conteúdo de P da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrá 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P ₀	k	R ²	T _{1/2}
Milho	6,8680	0,0079	0,9117	88
Sorgo	6,4223	0,0057	0,9604	122
Milheto	9,0892	0,0059	0,9601	117
Trigo	8,7745	0,0054	0,9854	128
Girassol	6,9426	0,0096	0,9825	72
Feijão	4,3748	0,0047	0,9403	147
Pousio	10,4982	0,0053	0,9894	131
Sucessão ao Milho				
	P ₀	k	R ²	T _{1/2} Meia vida (dias)
Milho	6,0266	0,0070	0,9114	99
Sorgo	5,2579	0,0046	0,8910	151
Milheto	10,5525	0,0075	0,9942	92
Trigo	9,5950	0,0085	0,9296	82
Girassol	5,1886	0,0048	0,8989	144
Feijão	5,8733	0,0060	0,9854	116
Pousio	8,3641	0,0057	0,9878	122

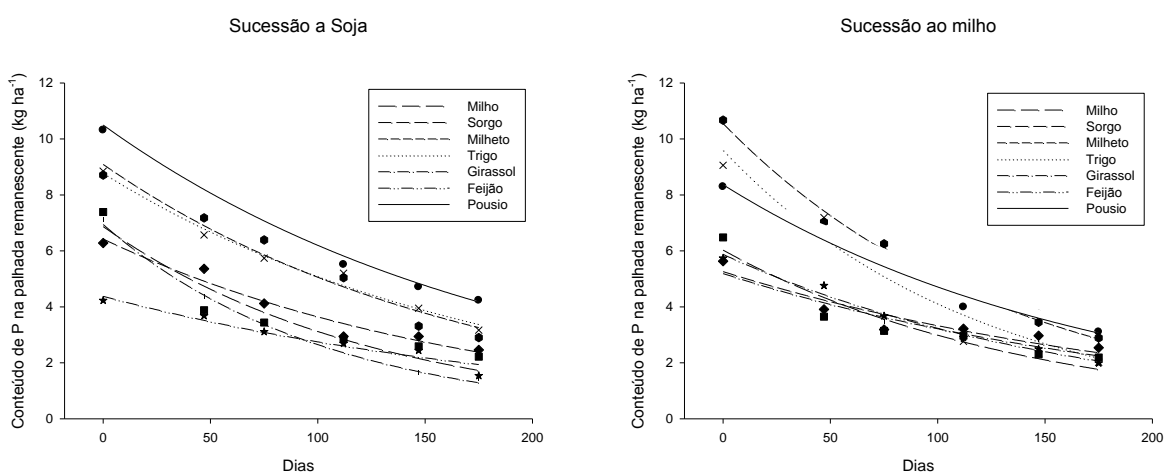


Figura 5. Equações de regressão do conteúdo de P remanescente de plantas de cobertura, na safrinha, ao longo de 175 dias (Safrá 2008/2009).

A meia-vida para o conteúdo de P remanescente, a cultura do girassol em sucessão à soja, obteve a menor meia-vida, com 72 dias em sucessão ao milho, destacando-se o trigo com 82 dias de meia vida (Tabela 14).

A tabela 15 apresenta os teores de K nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

O teor de K na biomassa seca remanescente nas culturas do girassol e milheto foram superiores às demais quando essas culturas sucederam ao milho, com 16,58 e 13,49 g kg⁻¹, respectivamente.

Quando cultivadas em sucessão à soja, as mesmas culturas apresentaram valores de 14,45 g kg⁻¹ e 13,69 g kg⁻¹, respectivamente, de teor de K, valores que não diferem do sorgo e feijão que, por sua vez, apresentaram 11,56 g kg⁻¹ e 11,71 g kg⁻¹ de teor de K quando cultivados em sucessão à soja (Tabela 15).

Tabela 15. Teor de potássio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrá 2008/2009)

Potássio (g kg ⁻¹) (Sucessão à Soja)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	10,14b	7,19b	3,66a	0,89a	0,69a	0,41a
Sorgo	11,56ab	10,74a	3,25a	1,25a	1,02a	0,77a
Milheto	13,69a	7,72ab	2,72a	1,66a	0,62a	0,51a
Trigo	9,34b	7,66ab	3,28a	2,16a	1,22a	0,66a
Girassol	14,45a	7,88ab	2,00a	0,53a	0,41a	0,19a
Feijão	11,71ab	7,42ab	3,38a	1,02a	0,65a	0,56a
Pousio	10,31b	9,59ab	3,66a	1,93a	1,64a	0,88a
CV%	34,51					
Potássio (g kg ⁻¹) (Sucessão ao Milho)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	8,34e	6,34b	2,31a	0,50a	0,49a	0,44a
Sorgo	12,34bcd	6,00b	3,81a	2,88a	0,91a	0,97a
Milheto	13,49ab	6,00b	3,12a	1,88a	0,84a	0,72a
Trigo	10,01cde	7,59b	4,12a	1,62a	1,02a	0,66a
Girassol	16,58a	12,85a	4,62a	0,69a	0,58a	0,41a
Feijão	12,69bc	7,59b	3,12a	1,75a	1,01a	0,62a
Pousio	9,22de	8,59b	4,25a	1,66a	1,11a	0,66a
CV%	34,51					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Na tabela 16 estão apresentados os valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P=P_0 \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do teor de K remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

A meia-vida para o teor de K remanescente, a cultura do feijão quando cultivado em sucessão à soja, obteve a menor meia vida, com 35 dias (Tabela 16). Porém, quando cultivadas em sucessão ao milho, a cultura que apresentou a menor meia-vida foi o milheto, com 38 dias (Tabela 16).

Tabela 16. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de K da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrinha 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	10,7066	0,0145	0,9325	48
Sorgo	12,6813	0,0134	0,8236	52
Milheto	12,6813	0,0134	0,8236	52
Trigo	14,0104	0,0175	0,9710	40
Girassol	9,9701	0,0122	0,9122	57
Feijão	14,8383	0,0200	0,9551	35
Pousio	12,1554	0,0159	0,9572	44
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	8,8718	0,0151	0,8980	46
Sorgo	12,3106	0,0150	0,9936	46
Milheto	13,5190	0,0182	0,9981	38
Trigo	10,6335	0,0128	0,9340	54
Girassol	17,7524	0,0155	0,8852	45
Feijão	13,0162	0,0159	0,9725	44
Pousio	10,2061	0,0116	0,8575	60

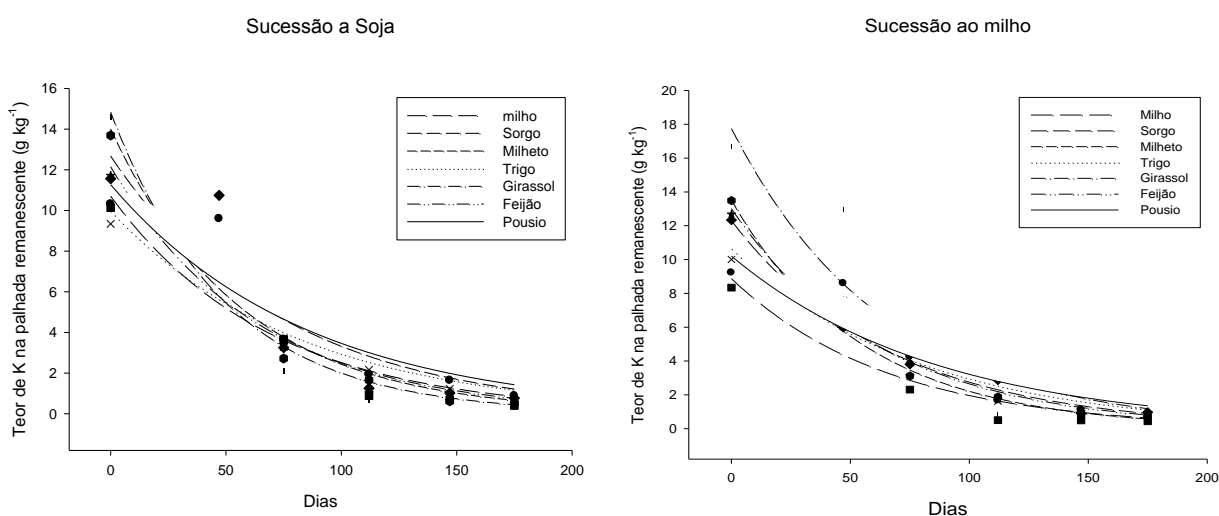


Figura 6. Curvas das equações de regressão do teor de K remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).

Na tabela 17 é apresentado o conteúdo de K nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

As quantidades de K encontradas neste trabalho foram de 174,25 kg ha⁻¹, na cultura do girassol cultivada em sucessão à soja, e 165,05 kg ha⁻¹ em sucessão ao milho (Tabela 17). Nota-se essa quantidade superior às demais culturas devido ao alto teor de K encontrado nesta cultura, com 14,45 g kg⁻¹ e 16,58 g kg⁻¹, quando cultivados em sucessão à soja e ao milho, respectivamente (tabela 15), e com uma produção de biomassa de 12059 kg ha⁻¹ e 9958 kg ha⁻¹, quando cultivados em sucessão à soja e ao milho, respectivamente (tabela 3).

A cultura do milheto apresentou 122,61 kg ha⁻¹ de K quando cultivado em sucessão à soja e 124,66 kg ha⁻¹ de K quando cultivado em sucessão ao milho (Tabela 17), valor inferior ao obtido por Oliveira, Carvalho e Moraes (2002), que encontraram 267,56 kg ha⁻¹ de K, por ocasião dos 100 após o plantio.

Tabela 17. Conteúdo de potássio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safra 2008/2009)

Potássio (kg ha ⁻¹) (Sucessão à Soja)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	129,89b	52,52ab	25,74a	5,48a	4,19a	2,08a
Sorgo	85,22c	71,09a	20,03a	6,56a	5,19a	3,29a
Milheto	122,61b	57,74a	18,70a	9,59a	3,00a	2,27a
Trigo	73,48cd	51,07ab	19,53a	11,82a	5,40a	2,52a
Girassol	174,25a	59,26ab	12,30a	3,16a	1,36a	0,60a
Feijão	53,13d	31,13b	13,34a	3,76a	2,29a	1,26a
Pousio	76,00cd	61,48a	22,72a	10,84a	8,52a	4,04a
CV%	37,66					
Potássio (kg ha ⁻¹) (Sucessão ao Milho)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	86,77c	40,80b	13,81a	2,78a	2,37a	2,03a
Sorgo	92,10c	47,32b	24,14a	17,26a	5,36a	5,18a
Milheto	124,66b	51,68b	23,24a	11,13a	3,91a	3,02a
Trigo	75,99c	54,52b	29,09a	10,61a	5,59a	3,11a
Girassol	165,05a	87,47a	32,87a	4,18a	3,30a	2,06a
Feijão	80,86c	43,82b	15,89a	8,31a	4,11a	2,12a
Pousio	72,47c	58,75b	27,04a	9,92a	6,19a	3,16a
CV%	37,66					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Na tabela 18 apresentam-se os valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P=P_0 \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do conteúdo de K remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

A meia-vida para o conteúdo de K remanescente, a cultura do girassol sobressaiu-se em relação às demais culturas em sucessão à soja e ao milho.

A cultura do girassol apresentou a menor meia-vida com 25 dias, quando cultivada em sucessão à soja, e na sucessão ao milho, o girassol apresentou a segunda menor meia-vida, com 36 dias, logo atrás do milho e milheto, que obtiveram 33 e 32 dias de meia-vida quando cultivados em sucessão ao milho e à soja (tabela 18).

Tabela 18. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de K da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrá 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	130,9134	0,0215	0,9945	32
Sorgo	91,8209	0,0149	0,8584	47
Milheto	124,4129	0,0206	0,9828	34
Trigo	76,8043	0,0148	0,9421	47
Girassol	175,4958	0,0272	0,9893	25
Feijão	54,8030	0,0172	0,9652	40
Pousio	81,1882	0,0136	0,8965	51
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	88,2168	0,0210	0,9792	33
Sorgo	92,9222	0,0162	0,9923	43
Milheto	125,4366	0,0208	0,9968	33
Trigo	80,2585	0,0138	0,9411	50
Girassol	169,3267	0,0195	0,9664	36
Feijão	82,5783	0,0181	0,9758	38
Pousio	77,9858	0,0133	0,9019	52

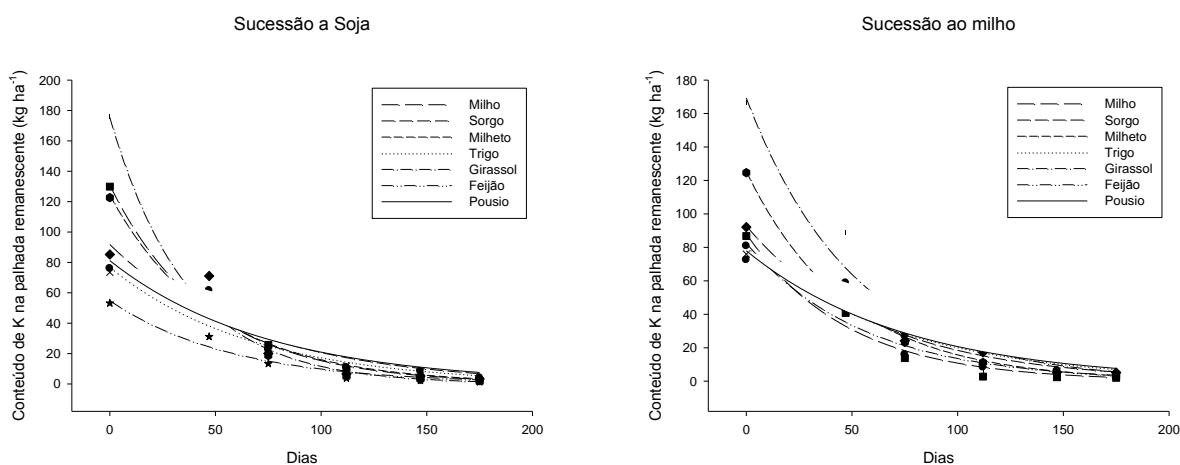


Figura 7. Equações de regressão do conteúdo de K remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrá 2008/2009).

Na tabela 19 é apresentado o teor de Ca nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

O teor de Ca na biomassa seca remanescente em todas as culturas de safrinha e pousio obtiveram resultados superiores quando cultivados em sucessão à soja em relação à sucessão ao milho, tendo na cultura do girassol e feijão, com 8,67 g kg⁻¹ e 7,72 g kg⁻¹, o maior teor entre as culturas (Tabela 19).

Tabela 19. Teor de cálcio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrá 2008/2009)

Cálcio (g kg ⁻¹) (Sucessão à Soja)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	4,48cd	3,30d	1,24c	0,91c	0,84b	0,74a
Sorgo	5,55b	4,96bc	1,95bc	1,65abc	1,56ab	1,34a
Milheto	4,29d	3,78d	1,80bc	1,21bc	1,16ab	1,08a
Trigo	4,58cd	4,01cd	2,14bc	1,64abc	1,47ab	1,28a
Girassol	8,67a	8,47a	2,61ab	2,01ab	1,83a	1,50a
Feijão	7,72a	5,07b	3,15a	2,35a	1,90a	1,42a
Pousio	5,27bc	5,18b	2,09bc	1,89ab	1,67ab	1,30a
CV%	18,37					
Cálcio (g kg ⁻¹) (Sucessão ao Milho)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	2,31d	1,14c	1,14a	0,80a	0,75a	0,68a
Sorgo	5,05c	2,72a	1,25a	1,24a	1,22a	1,12a
Milheto	3,19d	1,08c	0,93a	0,92a	0,89a	0,84a
Trigo	2,55d	1,32c	1,31a	1,33a	1,20a	1,05a
Girassol	8,76a	3,31a	1,71a	1,36a	1,30a	1,10a
Feijão	6,74b	1,41bc	1,23a	1,09a	1,02a	0,90a
Pousio	2,96d	2,36ab	1,30a	1,25a	1,08a	0,95a
CV%	25,04					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A tabela 20 apresenta os valores dos coeficientes “P_o” e “k” da equação de regressão $P=P_o \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do teor de Ca remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

A meia-vida para o teor de Ca remanescente, as culturas do feijão e girassol quando cultivados em sucessão ao milho, foram as que obtiveram a menor meia-vida, com 30 e 38 dias, respectivamente (Tabela 20).

Quando cultivadas em sucessão à soja, as culturas com menor meia-vida são o milho, o girassol e o feijão, com 56, 64 e 67 dias, respectivamente (Tabela 20).

Tabela 20. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de Ca da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrinha 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	4,6158	0,0123	0,9208	56
Sorgo	5,8238	0,0094	0,8541	74
Milheto	4,5160	0,0093	0,8858	75
Trigo	4,7764	0,0081	0,9096	86
Girassol	9,4175	0,0108	0,8023	64
Feijão	7,7337	0,0103	0,9881	67
Pousio	5,6488	0,0085	0,8207	82
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	2,1506	0,0083	0,9068	83
Sorgo	4,8929	0,0123	0,9196	56
Milheto	2,9004	0,0117	0,7932	59
Trigo	2,2483	0,0052	0,7436	133
Girassol	8,6024	0,0182	0,9661	38
Feijão	6,5777	0,0234	0,9129	30
Pousio	2,9634	0,0074	0,9216	94

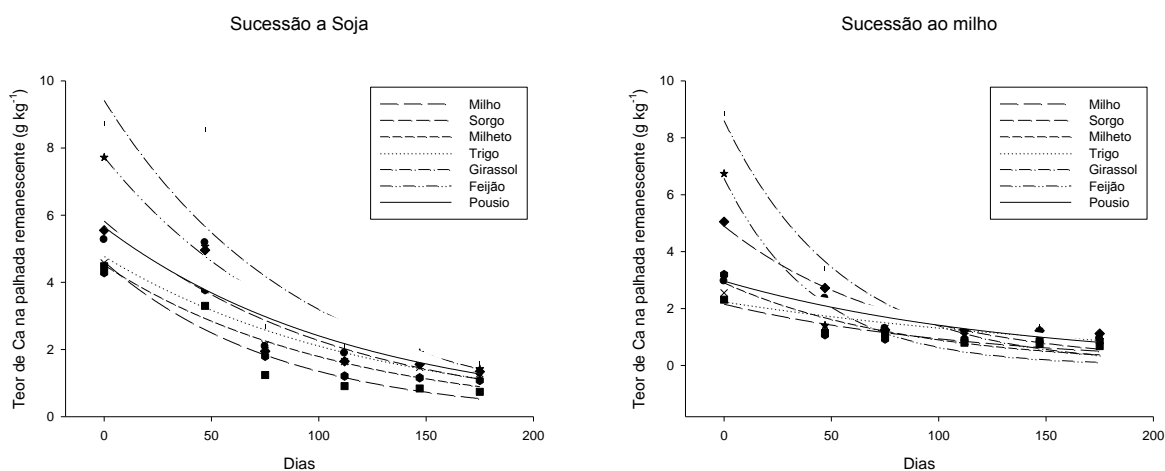


Figura 8. Equações de regressão do teor de Ca remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).

Na tabela 21 é apresentado o conteúdo de Ca nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

Para as quantidades de Ca encontradas neste trabalho foram de $104,56 \text{ kg ha}^{-1}$ e $57,34 \text{ kg ha}^{-1}$ para a cultura do girassol e milho, respectivamente, quando cultivados em sucessão à soja, também tendo destacado o girassol em sucessão ao milho, com $87,26 \text{ kg ha}^{-1}$, diferindo estatisticamente das demais culturas estudadas (Tabela 21).

Braz et al (2004) observaram a quantidade de 135 kg ha⁻¹ de Ca na cultura do milho cultivado em safrinha aos 52 dias após o plantio, em condições de cerrado, bem superior à encontrada neste estudo cultivado em safrinha, que foi de 38 kg ha⁻¹ e 29 kg ha⁻¹ de Ca na época de maturação fisiológica da cultura, quando cultivadas em sucessão à soja e ao milho, respectivamente (Tabela 21).

Tabela 21. Conteúdo de cálcio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrinha 2008/2009)

Cálcio (kg ha ⁻¹) (Sucessão à Soja)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	57,34b	24,08c	8,73a	5,64a	5,11a	3,79a
Sorgo	40,94c	32,85b	11,99a	8,67a	7,92a	5,73a
Milheto	38,46c	28,38bc	12,35a	7,02a	5,57a	4,82a
Trigo	35,98c	26,18bc	12,74a	9,00a	6,50a	4,90a
Girassol	104,56a	60,75a	16,04a	11,98a	6,13a	4,65a
Feijão	35,02c	21,26c	12,46a	8,61a	6,69a	3,20a
Pousio	38,85c	33,18b	12,98a	10,61a	8,66a	6,00a
CV%	20,72					
Cálcio (kg ha ⁻¹) (Sucessão ao Milho)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	24,01cd	6,99d	6,80a	4,42a	3,61a	3,09a
Sorgo	37,66b	19,13ab	7,90a	7,44a	7,19a	5,97a
Milheto	29,46c	8,69d	6,90a	5,45a	4,42a	3,48a
Trigo	19,32d	9,70cd	9,25a	8,71a	7,46a	4,98a
Girassol	87,26a	25,25a	12,17a	8,29a	5,59a	5,49a
Feijão	42,95b	8,12d	6,25a	5,16a	4,19a	3,05a
Pousio	23,23cd	16,10bc	8,30a	7,49a	6,02a	4,58a
CV%	27,46					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

As quantidades de Ca observadas neste trabalho, na biomassa seca de milho, sorgo e milho, por ocasião da maturação fisiológica das culturas em sucessão à soja, foram 38,46 kg ha⁻¹, 40,94 kg ha⁻¹ e 57,34 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 21).

Estes resultados são inferiores aos encontradas por Oliveira, Carvalho e Moraes (2002), 100 dias após o plantio das mesmas culturas, quando verificaram 93,28 kg ha⁻¹, 79,65 kg ha⁻¹ e 66,77 kg ha⁻¹.

Na tabela 22 apresentam-se os valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P=P_0 \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do conteúdo de Ca remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

Tabela 22. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de Ca da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrinha 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	57,4521	0,0204	0,9873	34
Sorgo	42,9073	0,0119	0,9004	58
Milheto	40,0891	0,0127	0,9393	55
Trigo	37,1685	0,0116	0,9584	60
Girassol	107,1760	0,0179	0,9546	39
Feijão	35,3348	0,0124	0,9909	56
Pousio	41,0175	0,0107	0,8900	65

Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	23,1425	0,0174	0,9366	40
Sorgo	37,0914	0,0147	0,9504	47
Milheto	28,5571	0,0186	0,9441	37
Trigo	17,8106	0,0075	0,8802	92
Girassol	86,7984	0,0248	0,9914	28
Feijão	42,5024	0,0284	0,9642	24
Pousio	23,3010	0,0101	0,9603	69

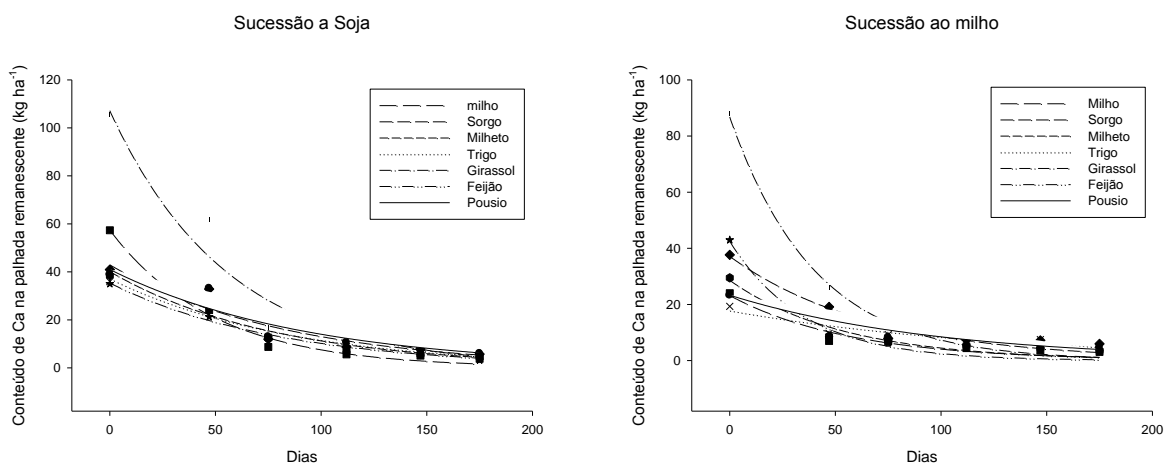


Figura 9. Equações de regressão do conteúdo de Ca remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (Safrinha 2008/2009).

A meia-vida para o conteúdo de Ca remanescente, a cultura do milho foi a que apresentou a menor meia-vida, em sucessão à soja, apresentando 34 dias, e em sucessão ao milho foi a cultura do feijão, com 24 dias (Tabela 22).

Na tabela 23 é apresentado o teor de Mg nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

Tabela 23. Teor de magnésio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrá 2008/2009)

Magnésio (g kg ⁻¹) (Sucessão à Soja)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	1,46c	1,26c	0,43b	0,30c	0,27bc	0,25a
Sorgo	1,84abc	1,58abc	0,53b	0,26c	0,21c	0,16a
Milheto	1,76bc	1,49bc	0,61b	0,37bc	0,30abc	0,28a
Trigo	1,68bc	1,37bc	0,76ab	0,52abc	0,44abc	0,41a
Girassol	2,01ab	1,90a	0,79ab	0,78a	0,63ab	0,45a
Feijão	2,20a	1,93a	1,09a	0,70ab	0,60abc	0,51a
Pousio	1,81abc	1,72ab	0,75ab	0,73ab	0,68a	0,55a
CV%	21,10					
Magnésio (g kg ⁻¹) (Sucessão ao Milho)						
Tratamentos	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	1,40c	0,57b	0,44a	0,32a	0,30a	0,24a
Sorgo	1,85ab	0,67ab	0,42a	0,39a	0,37a	0,32a
Milheto	1,60bc	0,45b	0,45a	0,35a	0,29a	0,23a
Trigo	1,43c	0,75ab	0,68a	0,69a	0,58a	0,50a
Girassol	2,07a	1,06a	0,51a	0,52a	0,54a	0,36a
Feijão	2,21a	0,80ab	0,66a	0,44a	0,42a	0,40a
Pousio	0,85d	0,76ab	0,55a	0,47a	0,44a	0,39a
CV%	32,83					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

O teor de Mg na biomassa seca remanescente do feijão, girassol e sorgo apresentou valores de 2,20 g kg⁻¹, 2,01g kg⁻¹ e 1,84 g kg⁻¹, respectivamente, quando cultivadas em sucessão à soja e ao milho apresentou 2,21 g kg⁻¹, para o feijão, 2,07 g kg⁻¹, para o girassol, e 1,85 g kg⁻¹, para o sorgo, sobressaindo essas culturas em relação às demais, independentemente da cultura sucessora (Tabela 23).

Na tabela 24 estão apresentados os valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P=P_0 \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²), e a meia-vida (T_{1/2}) do teor de Mg remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

Tabela 24. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para teor de Mg da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrinha 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	1,5487	0,0116	0,8641	60
Sorgo	1,9805	0,0132	0,8677	52
Milheto	1,8702	0,0115	0,8929	60
Trigo	1,7439	0,0091	0,9385	76
Girassol	2,1364	0,0086	0,8473	81
Feijão	2,3322	0,0088	0,9193	79
Pousio	1,8958	0,0076	0,8267	91
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	1,3399	0,0135	0,9445	51
Sorgo	1,7755	0,0158	0,9194	44
Milheto	1,5238	0,0164	0,9051	42
Trigo	1,2938	0,0065	0,8369	107
Girassol	2,0020	0,0126	0,9282	55
Feijão	2,1537	0,0309	0,6985	22
Pousio	0,8642	0,0048	0,9447	144

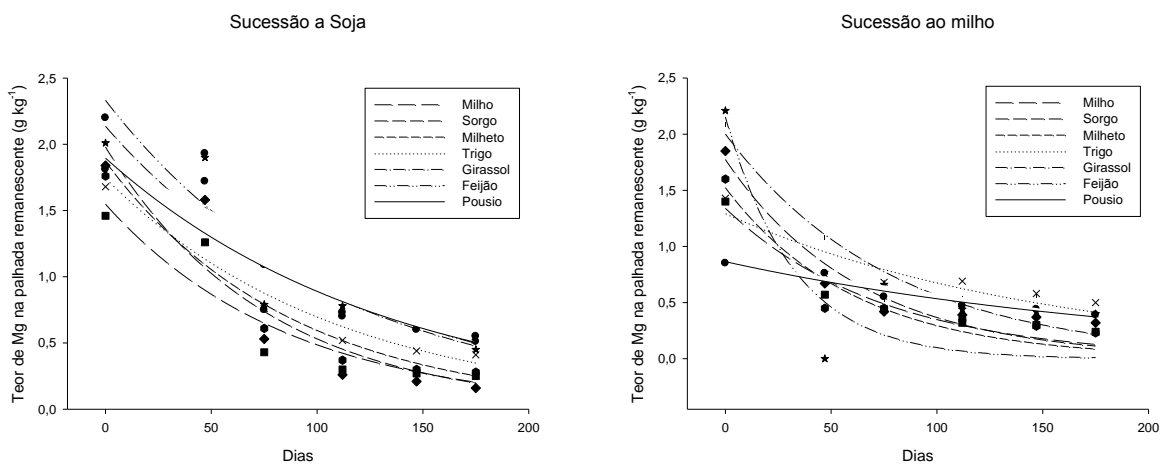


Figura 10. Equações de regressão do teor de Mg remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrinha 2008/2009).

A meia-vida para o teor de Mg remanescente, as culturas do feijão e milheto foram as que apresentaram a menor meia-vida, com 22 e 42 dias (Tabela 24), quando cultivadas em sucessão ao milho; para a sucessão com a soja destaca-se a cultura do sorgo, com 52 dias de meia vida (Tabela 24).

Na tabela 25 é apresentado o conteúdo de Mg nas culturas de safrinha, cultivadas em sucessão à soja e ao milho, e a dinâmica de sua liberação ao longo dos 175 dias avaliados.

Tabela 25. Conteúdo de magnésio na biomassa seca remanescente nas diferentes épocas de avaliação (Safrinha 2008/2009)

Tratamentos	Magnésio (kg ha ⁻¹) (Sucessão a Soja)					
	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	18,68b	9,20bc	3,04a	1,82bc	1,66a	1,27a
Sorgo	13,58c	10,46bc	3,29a	1,38c	1,06a	0,68a
Milheto	15,73c	11,21ab	4,21a	2,12abc	1,44a	1,24a
Trigo	13,19c	8,95bc	4,53a	2,87abc	1,94a	1,58a
Girassol	24,26a	13,63a	4,85a	4,76a	2,12a	1,40a
Feijão	9,96d	8,11c	4,32a	2,57abc	2,11a	1,14a
Pousio	13,34c	11,05ab	4,69a	4,12ab	3,55a	2,54a
CV%	21,80					
Tratamentos	Magnésio (kg ha ⁻¹) (Sucessão ao Milho)					
	Dias após a colheita					
	0	47	75	112	147	175
Milho	14,51b	3,46b	2,64a	1,79b	1,43a	1,12a
Sorgo	13,81b	4,71b	2,64a	2,36ab	2,21a	1,74a
Milheto	14,81b	3,57b	3,31a	2,09ab	1,37a	0,98a
Trigo	10,82c	5,48ab	4,79a	4,52a	3,19a	2,35a
Girassol	20,61a	8,06a	3,59a	3,19ab	3,10a	1,79a
Feijão	14,09b	4,62b	3,36a	2,10ab	1,74a	1,37a
Pousio	6,67d	5,16b	3,51a	2,84abb	2,49a	1,87a
CV%	31,84					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

No conteúdo de Mg na biomassa seca remanescente se destaca o girassol, que apresentou 24,26 kg ha⁻¹ e 20,61 kg ha⁻¹ quando cultivado em sucessão à soja e ao milho, respectivamente, diferindo significativamente em relação às demais culturas cultivadas em sucessão à soja ou ao milho (Tabela 25).

O acúmulo de Mg no milheto foi de 15,73 e 14,81 kg ha⁻¹, quando cultivados em sucessão à soja e ao milho (tabela 25). Oliveira, Carvalho e Moraes (2002), trabalhando com milheto, obtiveram acúmulos de 54 kg ha⁻¹ de Mg, sendo esse valor muito superior ao encontrado no presente trabalho. Silva et al (2003) obtiveram um valor igual a 41,2 kg ha⁻¹, porém bem superior ao obtido neste estudo, valendo salientar que em ambos os trabalhos foram analisados os conteúdos na biomassa verde com 50% de floração.

Na tabela 26 apresentam-se os valores dos coeficientes “P₀” e “k” da equação de regressão $P = P_0 \exp(-kt)$, os respectivos coeficientes de determinação (R²) e a meia-vida (T_{1/2}) do conteúdo de Mg remanescente até 175 dias após o manejo das espécies.

A meia-vida para o conteúdo de Mg remanescente, a cultura do milho apresentou a menor meia-vida, com 29 e 37 dias, quando cultivados em sucessão ao milho e à soja (Tabela 26).

Tabela 26. Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \exp(-kt)$ e meia-vida ($T_{1/2}$) para conteúdo de Mg da biomassa seca até 175 dias após o manejo de plantas de cobertura na safrinha, em áreas cultivadas em sucessão à soja e ao milho, no verão (Safrá 2008/2009)

Sucessão à Soja				
	P_0	k	R^2	$T_{1/2}$
Milho	18,8683	0,0188	0,9781	37
Sorgo	14,4135	0,0149	0,8966	47
Milheto	16,4500	0,0145	0,9337	48
Trigo	13,5603	0,0126	0,9718	55
Girassol	24,5911	0,0161	0,9713	43
Feijão	10,5537	0,0107	0,9350	65
Pousio	13,8660	0,0099	0,9035	70
Sucessão ao Milho				
	P_0	k	R^2	Meia vida (dias)
Milho	14,3044	0,0243	0,9698	29
Sorgo	13,4819	0,0186	0,9520	37
Milheto	14,5363	0,0225	0,9657	31
Trigo	10,2106	0,0089	0,9348	78
Girassol	20,3480	0,0187	0,9726	37
Feijão	13,8092	0,0190	0,9749	36
Pousio	6,7357	0,0073	0,9788	95

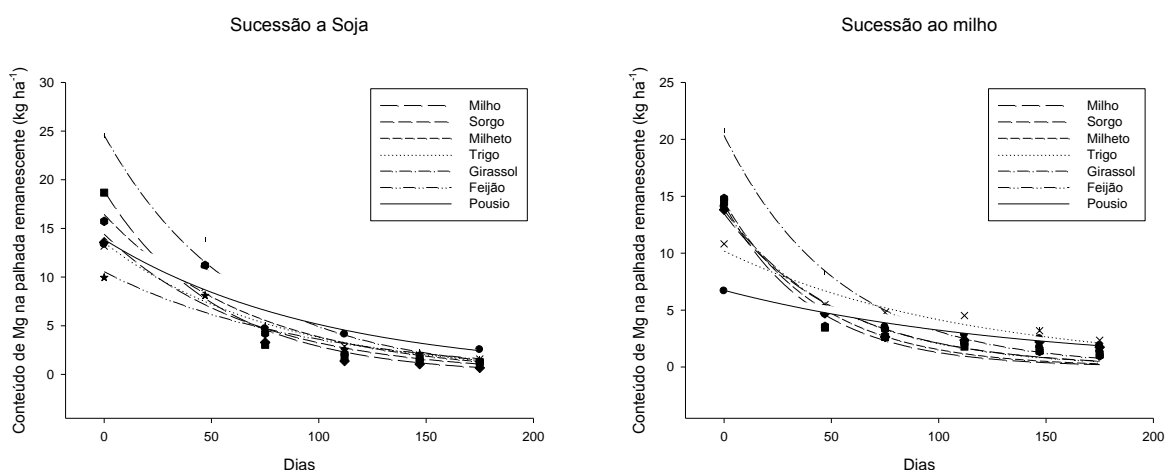


Figura 11. Equações de regressão do conteúdo de Mg remanescente de plantas de cobertura na safrinha ao longo de 175 dias (safrá 2008/2009).

A tabela 27 apresenta os valores de produtividade do milho e da soja sob palhadas de diferentes plantas de cobertura na safrinha

Tabela 27. Produtividade do milho e da soja sob palhadas de diferentes plantas de cobertura na safrinha (Safrinha 2008/2009)

Milho		Soja	
	----- sacas ha ⁻¹ -----		----- sacas ha ⁻¹ -----
Sorgo	97,98 b	Sorgo	58,35 a
Feijão	106,28 b	Feijão	63,60 a
Pousio	107,65 b	Pousio	57,48 a
Milho	107,73 b	Milho	65,13 a
Girassol	116,23 ab	Girassol	67,50 a
Milheto	118,5 ab	Milheto	63,60 a
Trigo	133,03 a	Trigo	67,65 a
C.V	9,19	C.V	8,78

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

A produtividade da soja não foi influenciada pela palhada das plantas de cobertura na safrinha, conforme descrito na tabela 27, obtendo uma produtividade média de 63 sacas ha⁻¹, bem superior ao resultado obtido por Carvalho et al (2004), com 45,9 sacas ha⁻¹ com a cultura soja no estado do MS cultivando em sucessão a milheto, guandu, mucuna-preta, crotalária e pousio.

Na tabela 27 observa-se que a produtividade do milho cultivada na safra de verão foi influenciada pela palhada das plantas de cobertura na safrinha. A maior produtividade do milho foi verificada sob a palhada do trigo, que diferiu significativamente das palhadas do milho, pousio, feijão e sorgo.

A produtividade de culturas de verão, em sucessão ao trigo, também foi verificada por Santos et al (1991) que, trabalhando com soja em sucessão ao trigo, cevada, aveia branca e linho, obteve as melhores produtividades da soja em sucessão ao trigo, com 47 sacas ha⁻¹.

5. CONCLUSÕES

- a) A cultura do milho cultivada em safrinha produziu maior volume de biomassa seca, tanto em sucessão ao milho quanto à soja, no verão;
- b) A cultura do milho acumulou maior teor de N em comparação com sorgo, milheto, trigo, feijão e pousio, quando cultivado em sucessão à soja e ao milho;
- c) O conteúdo de K, Ca e Mg, na cultura do girassol, apresentou-se superior em comparação a todas as culturas estudadas, quando cultivado em sucessão à soja e ao milho;
- d) A produtividade da cultura do milho cultivado no verão obteve maior rendimento quando foi sucedida à cultura de trigo em safrinha;
- e) A produtividade da soja não foi influenciada pela palhada das plantas de cobertura na safrinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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, p.25-36, 2001.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.26, p.241-248, 2002.

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Leguminosas e Oleaginosas. **In:** van RAIJ et al. (Ed.). *Recomendações de Adubação e Calagem para o*

Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.187-203. (Boletim 100)

AMBROSANO, E. J.; WLJTKE, E.G.; TANAKA, RT.; MASCARENHAS, H. A. A.; BRAGA, N.R; MURAOCA, T. **Leguminosas para adubação verde**: Uso apropriado em rotação de culturas. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 24p Apostila.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.867-874, 2000.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R; P, GOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.36, p.851-860, 2001.

AZEVEDO, D.M.P. & NASCIMENTO, H.T.S. **Potencial forrageiro de espécies para cultivo no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros**. Teresina, Embrapa, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 148).

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. **Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 2001. 8p.

BERNARDES, L. F. **Semeadura de capim marandu em pós-emergência da cultura de milho para obtenção de cobertura morta em SPD**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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

BERTOL, I.; CIPRANDI, O.; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência dos resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.705-712, 1998.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L. de; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L. de L., CARGNELUTTI FILHO; A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.2, p.843-851, 2008.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BONAMIGO, L. A. A cultura do milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado, p. 31-65. In A. L. Farias Neto, R. F. Amabile, D. A. Martins Neto, T. Yamashita & H. Gocho (Ed.). Worskhop Internacional de Milheto, Planaltina, DF. 218 p. **Anais...** 1999.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário estatístico da agroenergia**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 160 p.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. da; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v.34, n.2, p.83-87, 2004.

BULL, L. T. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1993. 301p.

CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.60, p.69-77, 2001.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B.van; SAWAZAKI, E. Adubação do sorgo-granífero, forrageiro e vassoura. **In**: RAIJ, B. van.; et al. (Eds.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p. 66-67. (Boletim 100)

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.99-105, 1990.

CARTER, M.R.; RENNIE, D.A. Changes in soil quality under zero tillage farming systems: Distribution of microbial biomass and mineralizable C and N potentials. **Canadian Journal of Soil Science**, v.62, p.587-597, 1982.

CARVALHO, A. M. de; SODRÉ FILHO, J. **Uso de adubos verdes como cobertura do solo**. Planaltina: Embrapa, 2000. 20p. (Embrapa. Boletim de Pesquisa, 11).

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

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; FLECHA, A. M. T.; PAVINATO, P. S.; VIEIRA, F. C. B.; MAI, M. E. M. Manejo de adubação nitrogenada na sucessão aveia preta milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.163-171, 2002.

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

DALAZEN, G.; GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; COUTO, R.; SANTOS, G. F.; REDIN, M. DONEDA, A.; SCHMALZ, C. R. Decomposição e Liberação de Nitrogênio de Resíduos Culturais de Plantas Destinadas à Produção de Biodiesel. **XXXI congresso brasileiro de ciência do solo**. Gramado-RS, 2007.

EMBRAPA. **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/importancia.htm>. Acesso em: 10/06/2010.

EMBRAPA. **Introdução e importância econômica do milho**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso em: 13/03/2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; TEIXEIRA, M.G.; RQUIAGA., S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.321-328, 2006.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1097-1104, 2003.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.108-116.

FARINELLI, Rogério; LEMOS, Leandro Borges. Produtividade, eficiência agrônômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia** [online]. 2010, vol.69, n.1, pp. 165-172. ISSN 0006-8705.

FERREIRA, Daniel. Furtado. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. **In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, C.C. de; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.279-287, 2005.

FRANÇA, A.F.S; MADUREIRA, F.J. Avaliação da matéria seca, da composição mineral e silagem do milho forrageiro. **Anais da escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v.19, n.1, p.1-8, 1989.

FRANSCISCO, E.A.B.; CÂMARA, G.M.S. & SEGATELLI, C.R. Estado nutricional e produção do capim-pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. **Bragantia**, Campinas, v.66, p.259-266, 2007.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região noroeste fluminense-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.31, p.1421-1428, 2007.

GASSEN, D.N.; GASSEN, F.R.: **Plantio direto**. Passo Fundo. Aldeia sul. 1996. 207p.

GONÇALVES, N.P. Época, espaçamento, densidade de plantio e irrigação para cultura de girassol. **Informe Agropecuário**, v.7, p.78-80, 1991.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.153-159, 2000.

HEIFFIG, L. S., **Plasticidade da cultura da soja (Glycine Max (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. Dissertação de mestrado. Piracicaba, 2002. 85p.
IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. **Tabelas**. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201003_5.shtm.>
>. Acesso em: 02/05/2010.

JANDEL SCIENTIFIC. **Sigma Plot Scientific Graphing Software** – User’s Manual. Jandel Scientific, San Rafael, California, EUA, 1986.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. **Pesquisa Agropecuária tropical**, Goiânia, v.36, p.21-28, 2006.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B.J.R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema semeadura direta e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.

LAZZAROTTO, C. **Época de semeadura e riscos climáticos para o milho da safra outono- inverno, no Sul de Mato Grosso do sul**. Dourados: Embrapa, 2002. 4p. (Embrapa. Comunicado Técnico, 70).

LOPES, A.A. **Nitrogênio e potássio em cobertura na cultura da soja em argissolo vermelho, derivado do arenito Caiuá**. 2007. 47f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2007.

MACHADO, D. **Biodiesel de girassol já movimenta motores**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/biodiesel-girassol-movimenta-motores-13-06-08.htm>>. Acesso em: 02/05/2010

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MENEZES, L. A. S. **Alteração de propriedades químicas e físicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura**. 2003. 73 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Monegat, 1991. 337p.

MORAES, R.N.S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. 2001. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

OJIMA, A. L. R. O. Panorama Mundial e Nacional da Soja Safras 2004/5 e 2005/6. **Revista**

Informações Econômicas, v.35, n.11, nov.2005.

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

OLIVEIRA, T.K. **Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto**. 2001. 109f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

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, p.1079-1087, 2002.

PÁDUA, T. R. P. de, SILVA, Carlos Alberto, DIAS, Bruno de Oliveira. Nutrição e crescimento do algodoeiro em latossolo sob diferentes coberturas vegetais e manejo de calagem. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1481-1490, 2008.

PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology & Biochemistry**, v.23, p.83-88, 1991.

PAUL, E.A; CLARK, E.F. **Soil microbiology and biochemistry**. 2.ed. Califórnia: Academic Press, 1996. 340p.

PENA NETO, M.P. **Girassol**: manual do produtor. Cravinhos:Sementes Canti Brasil, 1981. 30p.

PEREIRA, F.A.R.; VELINI, E.D. **Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas**. Planta daninha vol.21 n°.3 Viçosa Set./Dez. 2003.

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, p.35-40, 2004.

PITOL, C. O milheto na integração na agricultura – pecuária. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.76, p.8-9, 1996.

PORTUGAL, A.F.; ROCHA, V.S.; SILVA, A.G.; PINTO, G.H.F.; PINA-FILHO, O.C. Fenologia de cultivares de sorgo no período de verão e rebrota na safrinha. **Revista Ceres**, v.50, p.325-336, 2003.

POSSAMAI, J.M.; SOUZA, M.C. de; GALVÃO, J.C.C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.79-82, 2001.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto gronômico, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

REGO, P.G. **Plantio direto**: economia e gerência no manejo dos solos. Castro. PR. 1997. 105p.

RODRIGUES, Waldecy . Valoração econômica dos Impactos Ambientais de Tecnologias de plantio em Região de Cerrados. **Revista economia e sociologia rural**, vol.43 , n.1, p. 135-153, 2005.

ROMAN, E.R., VELLOSO, J.A.R. de O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/ FUNDACEP FECOTRIGO/Fundação ABC/Aldeia Norte, 1993. p.77-84. Sul e Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo: SBCS, 1995. 223p.

ROMAN, E.S. Effect of cover crops on the development on weeds. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. **Conservation tillage for subtropical area**. Passo Fundo: CIDA/Embrapa--CNPT, 1990. p.258-262.

SALTON, J.C. **Opções de safrinha para agregação de renda nos cerrados**. Uberlândia: APDC, 2001. p.189-200.

SANTOS, Hemmannuella C.; FRAGA, Vânia S.; RAPOSO, Roberto W. C.; PEREIRA, Walter E. Cu e Zn na cultura do sorgo cultivado em três classes de solos. II. Composição mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.2, p.131-136, 2009.

SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R.; REIS, E.M. Rotação de culturas em Guarapuava. XIII. Efeitos de sistemas de sucessão de culturas sobre o rendimento de grãos e sobre outras características agronômicas de soja, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.6, p.907-916, jun. 1994.

SANTOS, H. P. dos; PIRES, J. L. **Porque cultivar milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 9p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 141).

SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas. VII. Efeito de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e algumas características agronômicas das plantas de soja no período de 1979 a 1985. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.63-70, 1987.

SANTOS, H.P. dos, REIS, E.M., DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT / FUNDACEP FECOTRIGO / Fundação ABC / Aldeia Norte, 1993. p.85-103.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Efeitos de cultura de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.729-735, maio 1991.

SANTOS, H.P. dos; VIEIRA, S.A.; PEREIRA, L.R.; ROMAN, E.S. Rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1539-1549, set. 1991.

SANTOS, H.P. Soja em sucessão a aveia-branca, aveia-preta, azevém e trigo: características agronômicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1563-1576, 1991.

SANTOS, O. S. dos,: **A cultura da soja**. Rio de Janeiro. Globo, 1988. 299p.

SCALÉA, M. A cultura do milheto e seu uso no plantio direto no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1, 1999, Planaltina. **Anais...** Brasília: EMBRAPACNPMS, 1999. p.75-83.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P.; LIMA, J.M.; CARVALHO, A.M. Rotação adubo verde: milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.649-654, 1997.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.25, p.253-260, 2001.

SILVA, F. L., L. S. COLLIER, P. C. LAURINDO, M.M. MENDES & E. C. FISCHER. Potencial de restituição de nutrientes através de plantas de cobertura em plantio direto no

Tocantins In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29. Ribeirão Preto, SP. Solo: alicerce dos sistemas de produção. Unesp, Ribeirão Preto. 1 CDROM. **Anais...** 2003.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.327-334, abr. 2004.

SPEHAR, C. R.; TEIXEIRA, D. L.; CABEZAS, W. A. R. L.; ERASMO, E. A. L. Amarantho BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.5, p.659-663, 2003.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.1, p.121-127, 2006

TORRES, J.L.R. **Estudo das plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG**. 2003. 125p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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**, Viçosa, v.29, p.609-618, 2005.

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

TSUNECHIRO, A.; FERREIRA, C.R.R.P.T. Fontes de crescimento da produção de milho safrinha no Brasil, 1992-2005. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8, 2005, Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2005. p.401-405.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1191-1197, 1997.