

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical**

**BIOMASSA, RENDIMENTO DE GRÃOS E ACÚMULO DE**  
**NUTRIENTES EM PLANTAS DE COBERTURA**

**FABIO KEMPIM PITTELKOW**

CUIABÁ - MT

2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical**

**BIOMASSA, RENDIMENTO DE GRÃOS E ACÚMULO DE NUTRIENTES**  
**EM PLANTAS DE COBERTURA**

**FABIO KEMPIM PITTELKOW**  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ FERNANDO SCARAMUZZA  
Co-Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. OSCARLINA LÚCIA DOS SANTOS WEBER

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Agronomia e Medicina Veterinária da  
Universidade Federal de Mato Grosso, para  
obtenção do título de Mestre em Agricultura  
Tropical

CUIABÁ - MT

2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Título:** BIOMASSA, RENDIMENTO DE GRÃOS E ACÚMULO DE  
NUTRIENTES EM PLANTAS DE COBERTURA

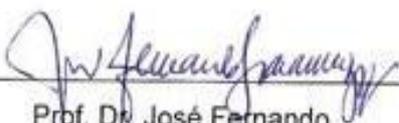
**Autor:** Fabio Kempim Pittelkow

**Orientador:** José Fernando Scaramuzza

**Co-orientadora:** Oscarlina Lúcia dos Santos Weber

Aprovado em 02 de março de 2010

Comissão examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Fernando

Scaramuzza

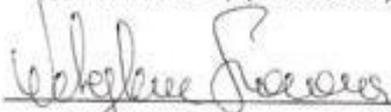
(UFMT/FAMEV) (Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Oscarlina L. dos

Santos Weber

Santos Weber

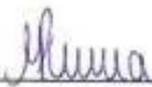
(UFMT/FAMEV) (Co-orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Walcyline L. M.

Pereira Scaramuzza

Pereira Scaramuzza

(UFMT/FAMEV) (Membro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Maria Aparecida

Pereira Pierangeli

Pereira Pierangeli

(UNEMAT) (Membro)

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Sigmar Pittelkow e Leni Kempim Pittelkow, por todo amor, carinho, apoio e estímulo nesta caminhada.*

*À meu irmão e minha cunhada, Fabricio e Nagela, pelo incentivo e admiração.*

*Aos meus tios, tias, primos e primas pelo apoio, incentivo e admiração desprendida ao longo desta caminhada.*

*Aos amigos Rafael e Franciele pelo incentivo para realização deste trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Professor Dr. José Fernando Scaramuzza, pela orientação, pela amizade, pela compreensão, pela ajuda e confiança dispensada durante a realização deste trabalho;

À Professora Dr<sup>a</sup>. Oscarlina L.S. Weber, pela co-orientação, pela ajuda, pela amizade e atenção dispensada durante a realização deste trabalho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (UFMT/FAMEV) e ao corpo docente, pelos ensinamentos recebidos e pela oportunidade de realização do curso;

Aos funcionários do PPGAT, particularmente a Maria Minervina e a Denise Aparecida de Arruda Alves, pelo auxílio e amizade no decorrer do curso;

Aos estagiários do Laboratório de Fertilidade do Solo pelo apoio e assistência técnica;

Ao proprietário da Fazenda Pejuçara, Pedro Maraschin e aos amigos Luciano Maraschin e Lucas Maraschin, pela atenção, apoio e auxílio oferecido durante a realização deste trabalho;

À Rafael H. P. dos Reis, Franciele C. A. Valadão, Daniel V. Júnior, Everton S. Oliveira, Liliane S. Barros e Lorena Tavares pela amizade, companheirismo e dedicação ao longo da graduação e mestrado;

Aos alunos do Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical pela amizade dispensada ao longo desde certame;

Àqueles que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
2.1 Uso de plantas de cobertura em sistemas agrícolas .....	10
2.2 Características botânicas das espécies estudadas .....	12
2.2.1 Milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> ) .....	12
2.2.2 Braquiária ( <i>Brachiaria ruziziensis</i> ) .....	13
2.2.3 Amarantho ( <i>Amaranthus</i> spp.) .....	14
2.2.4 Sorgo granífero ( <i>Sorghum bicolor</i> ) .....	15
2.2.5 Crotalária ( <i>Crotalaria juncea</i> ) .....	15
2.3 Sistemas de preparo do solo .....	16
2.4 Nutrientes na biomassa de plantas de cobertura .....	18
2.5 Relação carbono/nitrogênio (C/N) .....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1 Caracterização da área .....	23
3.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	24
3.3 Implantação do experimento .....	25
3.4 Coleta de amostras .....	26
3.5 Análises laboratoriais .....	27
3.6 Análises estatísticas .....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
4.1 Produção de biomassa seca .....	29
4.2 Acúmulo de macronutrientes .....	32
4.2.1 Nitrogênio .....	32
4.2.2 Fósforo .....	35
4.2.3 Potássio .....	37
4.2.4 Cálcio .....	39
4.2.5 Magnésio .....	42
4.3 Relação carbono/nitrogênio (C/N) .....	44
4.4 Acúmulo de micronutrientes .....	47
4.4.1 Zinco .....	47
4.4.2 Cobre .....	48
4.4.3 Ferro .....	50
4.4.3 Manganês .....	52
4.5 Rendimento de grãos .....	54
5 CONCLUSÕES .....	56
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57

## **BIOMASSA, RENDIMENTO DE GRÃOS E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE COBERTURA**

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de biomassa, rendimento de grãos e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura, em função do sistema de preparo do solo e da época de amostragem das mesmas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com parcelas sub-subdivididas no espaço e no tempo, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelas plantas de cobertura: milheto (*Pennisetum glaucum*); crotalária (*Crotalaria juncea* L.); braquiária (*Brachiaria ruziziensis*); sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench) e amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) e as subparcelas, pelos sistemas de preparo do solo (semeadura direta; cultivo mínimo e convencional). As sub-subparcelas foram constituídas de duas épocas de amostragem das plantas de cobertura (florescimento e colheita dos grãos). Para a amostragem foi utilizado um quadro amostral de 0,25 m<sup>2</sup>, em que a parte aérea da planta presente dentro dessa área foi cortada a 5 cm do solo, pesadas e moídas. Foram avaliados a produção de biomassa seca, o acúmulo de macro e micronutrientes na biomassa seca, a relação C/N e o rendimento de grãos. A produção de biomassa seca das plantas de cobertura variou com o sistema de preparo de solo e a época de amostragem. A produtividade de grãos não foi alterada em função do sistema de preparo de solo, exceto para o sorgo que teve maior produtividade no sistema de plantio direto. O acúmulo de macro e micronutrientes na biomassa seca das plantas de cobertura variou com o preparo de solo e com a época de amostragem. Na amostragem realizada na colheita de grãos a crotalária teve maior acúmulo de N na biomassa seca em relação às gramíneas. A relação C/N das plantas de cobertura foi maior na amostragem realizada na colheita de grãos.

**Palavras-chave:** sistemas de preparo do solo, época de amostragem da biomassa seca, cultivos de safrinha.

## **BIOMASS, GRAIN YIELD AND NUTRIENT ACCUMULATION IN PLANT OF COVERAGE**

**ABSTRACT** – This study aimed to evaluate biomass production, yield and nutrient accumulation in cover crops, depending on the system of tillage and time to collect them. The experimental design was completely randomized design with split-plot in space and time, with three replications. The plots consist of cover crops: pearl millet (*Pennisetum glaucum*), sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.); brachiaria grass (*Brachiaria ruziziensis*), sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) and the split-by systems soil tillage (no-tillage, minimum tillage and conventional tillage). The sub-plots consisted of two sampling periods of cover plants (flowering and harvesting of grain). For the sampling we used a table of 0.25 meters in the shoot of this plant in this area was cut to 5 cm of soil, weighed and ground. We evaluated the production of biomass, the accumulation of macro and micronutrients in the dry biomass, the C/N ratio and grain yield. The dry biomass production of cover crops varied with the system of tillage and sampling time. Grain yield was not changed according to the tillage of soil, except for sorghum had the greatest productivity in no-tillage system. The accumulation of macro and micronutrients in the dry biomass of cover crops varied with soil preparation and the sampling time. In samples collected at grain harvest the sunn hemp had greater accumulation of N in dry weight in relation to grass. The C/N ratio of cover crops was higher in samples collected at grain harvest.

**Keywords:** Systems off tillage, time of sampling of dry biomass, off-season crops.

## **1 INTRODUÇÃO**

Os produtores agrícolas utilizam um número restrito de culturas em sucessão à soja e/ou milho no Estado de Mato Grosso, com destaque ao milheto, milho safrinha e ao sorgo granífero, que de certa forma ainda atendem os pré-requisitos de produção de palhada e rendimento de grãos. Entretanto, a introdução de novas espécies no cenário produtivo torna-se interessante do ponto de vista econômico e conservacionista, devido à maior diversificação da produção ao longo do ano agrícola e aporte de material diferenciado para cobertura desses solos.

A manutenção da palhada sobre o solo e sua posterior decomposição é uma variável importante na ciclagem de nutrientes. O conhecimento da sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, o que proporcionará melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelas culturas, reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente. Em adição, os resíduos vegetais contém macro e micronutrientes em formas orgânicas lábeis, que podem se tornar disponíveis para a cultura subsequente, mediante a mineralização (Calegari, 2004; Carvalho et al., 2004).

De acordo com Amado et al. (2002), a produção de biomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições climáticas, edáficas e fitossanitárias, e principalmente do seu desenvolvimento radicular em profundidade. Quanto mais o sistema radicular penetrar no solo, tanto maior será a produção de biomassa, descompactação do solo e a ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo. Desse

modo, o sistema de preparo do solo adotado pode influenciar diretamente o acúmulo de nutrientes na biomassa das plantas de cobertura utilizadas.

Outro fator importante é a época de manejo das plantas de cobertura, pois esta influencia diretamente na capacidade da planta em acumular nutrientes e disponibilizar para cultivos subsequentes. Neste sentido, vale ressaltar a valorização dos grãos de milheto, passando este a ser utilizado como planta de interesse comercial e não apenas como planta de cobertura para manejo em pleno florescimento. A colheita visando os grãos pode reduzir a quantidade de nutrientes acumulado pela planta e posterior liberação para o solo.

A quantidade de nutrientes na biomassa vegetal com elevada relação C/N, com liberação lenta e gradual dos nutrientes ao longo do tempo, poderá reduzir os custos com uso de fertilizantes no próximo cultivo, pela melhor utilização dos nutrientes contidos na biomassa em decomposição. Estando o nutriente contido na biomassa suas perdas por erosão e lixiviação serão menores, do que estando diretamente no solo. Desse modo, conhecer a quantidade acumulada é importante para o manejo desses nutrientes dentro do ciclo de cultivo.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa seca, rendimento de grãos e acúmulo de nutrientes de plantas de cobertura, em função do sistema de preparo do solo e da época de amostragem.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Uso de plantas de cobertura em sistemas agrícolas**

A utilização e a ocupação agrícola da Região do Cerrado vêm ocorrendo com necessidade de adoção de novas tecnologias fundamentadas em bases conservacionistas. O uso de plantas de cobertura é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, pois essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial pela decomposição de seus resíduos (Duda et al., 2003).

A adição de material orgânico mediante plantas de cobertura, proporciona modificações gerais nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (De-Polli e Chada, 1989). No entanto, essas modificações dependem da interação de fatores como a natureza do material (relação C:N e teor de lignina), das propriedades do solo, das características da cultura principal e do clima (Amabile et al., 1994).

A sucessão de cultivos distintos contribui para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas (Aguiar et al., 2009). Em condições de Cerrado, as gramíneas destacam-se quanto à utilização como planta de cobertura, com destaque para o milheto. Sua utilização se deve à resistência ao déficit hídrico, elevada produção de biomassa e menor custo das

sementes (Braz et al., 2004; Silva et al., 2006). Por se tratar de uma gramínea utilizada na formação de palhada, o maior tempo de permanência de seus resíduos deve-se à sua alta relação C/N, proporcionando maior resistência à decomposição e uniformidade de distribuição sobre o solo (Alvarenga et al., 2001; Oliveira et al., 2002) e elevada taxa de cobertura do solo (Sodré Filho et al., 2004).

Diversos autores têm trabalhado com espécies de plantas de cobertura com a finalidade de avaliar a produção de biomassa em cultivos de verão e safrinha (Silva et al., 1997; Moraes, 2001; Torres et al., 2005; Kliemann et al., 2006 e Boer et al., 2007). Embora, tenham sido realizados com o objetivo de avaliar a produção de biomassa e principalmente a liberação de macronutrientes em áreas de cerrado, ainda existem carências de informações sobre a quantidade de macro e micronutrientes estocados na biomassa das plantas de cobertura quando submetidas à diferentes sistemas de preparo do solo.

A cultura do milheto em cultivos de verão em Minas Gerais produziu 28.580 e 9.650 kg ha<sup>-1</sup> (Moraes, 2001) e 45.760 e 14.180 kg ha<sup>-1</sup> (Oliveira et al., 2002) de biomassa verde e seca, respectivamente. Em condições de safrinha, a produção de biomassa seca variou de 3.600 kg ha<sup>-1</sup> (Torres et al., 2005) a 2.900 kg ha<sup>-1</sup> (Teixeira et al., 2005) em Minas Gerais. Em São Paulo, a produção do milheto foi de 6.780 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa (Muraishi et al., 2005), enquanto em Goiás a sua produção variou de 9.830 kg ha<sup>-1</sup> (Assis et al., 2005) a 6.000 kg ha<sup>-1</sup> (Kliemann et al., 2006). No Distrito Federal, a produção de biomassa do milheto variou de 8.770 kg ha<sup>-1</sup> (Uemura et al., 1997) a 5.000 kg ha<sup>-1</sup> (Corrêa e Sharma, 2004). Em Tocantins, Silva et al. (2003) com o milheto CMS-2, obtiveram produção de biomassa seca de 5.379 kg ha<sup>-1</sup>.

Assis et al. (2005) e Boer et al. (2008), trabalhando com a cultura do amaranto para produção de biomassa na semeadura direta em Goiás, obtiveram produção de 2.570 e 2.891 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca, respectivamente. Essa cultura também foi utilizada por Azevedo e Nascimento (2002) no Piauí, produzindo em média 1.820 kg ha<sup>-1</sup> e em

Tocantins, produziu em média 2.720 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca (Erasmu et al., 2004).

Vários estudos têm demonstrado os efeitos benéficos das plantas de cobertura nas propriedades do solo e no rendimento das culturas, decorrentes da produção de fitomassa, acúmulo e posterior liberação de nutrientes, pela decomposição da palhada (Bertol et al., 1998; Aita et al., 2001; Aita e Giacomini, 2003; Torres et al., 2005; Espíndola et al., 2006; Boer et al., 2007; Gama-Rodrigues et al., 2007).

Moreti et al. (2007), não verificaram alterações nos atributos químicos do solo pelo uso de plantas de cobertura (crotalária e milho), e as mesmas tiveram comportamento semelhante entre si. Entretanto, outros trabalhos verificaram que a escolha da espécie de planta de cobertura determinou mudanças nos atributos químicos do solo, e os efeitos se refletiram diretamente na fertilidade e na eficiência de aproveitamento de nutrientes pelas plantas (Muzilli, 1985; Silva e Rosolem, 2001; Corrêa et al., 2004).

## **2.2 Características botânicas das espécies estudadas**

### **2.2.1 Milheto (*Pennisetum glaucum*)**

O milheto é uma forrageira de clima tropical, anual, de hábito ereto, porte alto, com desenvolvimento uniforme e bom perfilhamento, e produção de sementes entre 500 e 1.500 kg ha<sup>-1</sup>. Quanto ao potencial produtivo de forragem, pode alcançar até 20.000 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca, quando cultivado no início da primavera. É uma planta que se adapta bem a vários tipos de solos, apresentando boa persistência em solo de baixa fertilidade e déficit hídrico, embora responda com ótimas produtividades em solo de média a boa fertilidade e adubação.

O milheto é muito utilizado na Índia e alguns países da África, devido a seu alto valor nutritivo, tanto para alimentação humana (grãos) como animal (forragens e grãos). Pertence à família das gramíneas de grande adaptação ao Cerrado brasileiro, onde o nível de fertilidade é baixo e o

período de estiagem é quase sempre prolongado durante o ano (Scaléa, 1998).

A sua fácil adaptabilidade à essas condições se deve à alta capacidade de tolerar déficit hídrico prolongado e de extração de nutrientes, em face do seu sistema radicular fasciculado e profundo. Devido a essas características, o milheto tem se apresentado como alternativa viável na formação de palhada para o plantio direto na região dos Cerrados (Oliveira et al., 2002; Cazetta et al., 2005), acarretando grande capacidade de cobertura do solo e ciclagem de nutrientes, além de incremento na produtividade das culturas cultivadas em sucessão.

### **2.2.2 Braquiária (*Brachiaria ruzizensis*)**

É originária da África, onde ocorre em condições úmidas e não inundáveis, tendo sido encontrada no Zaire e oeste do Kenya. Foi cultivada inicialmente no Congo (Zaire). É uma espécie perene, subereta, com 1-1,5 m de altura, apresenta a base decumbente e radicante nos nós inferiores. Possui rizomas fortes, em forma de tubérculos arredondados e com até 15 mm de diâmetro. As raízes podem atingir profundidade superior a 1,5 m, favorecendo a reciclagem de nutrientes (Soares Filho, 1994).

O gênero braquiária é considerada excelente forrageira tropical e tem sido utilizada no sistema de integração agricultura-pecuária, principalmente em sistemas de rotação, ou na implantação de cultivos consorciados com culturas anuais, visando a diversificação da produção agropecuária, com a formação de pastagens para pecuária extensiva e/ou a formação de palhada. As vantagens dessa gramínea está ligada à sua adaptabilidade às mais adversas condições de solo e clima, proporcionando produções satisfatórias mesmo nessas condições (Soares Filho, 1994).

Todavia, apesar dos benefícios proporcionados, o sistema de plantio direto depende de fontes eficientes de cobertura morta, capazes de proteger plenamente a superfície do solo e ter longevidade adequada. Nesse sentido, a palhada das espécies do gênero *Brachiaria* tem atendido a esses dois

quesitos, produzindo mais de 15 t ha<sup>-1</sup> de biomassa seca quando corretamente manejada e persistindo por mais de seis meses na superfície do solo (Cobucci, 2001).

### **2.2.3 Amarantho (*Amaranthus* spp.)**

O amarantho é um pseudocereal originário dos Andes e do planalto mexicano da família Amaranthaceae. Já era cultivado pelas civilizações Inca e Asteca há mais de 2.000 anos e, com a chegada dos espanhóis, foi disseminado pela Europa, África e Ásia. É uma granífera adaptada a produzir em regiões de clima bastante severo, com alta insolação e elevada temperatura, a condições de estresse salino e hídrico. Essa cultura se adapta, também, a altitudes que vão desde o nível do mar até 3.500 m (Teixeira et al., 2003).

A cultivar BRS Alegria possui hipocótilo com coloração rósea. As folhas, grandes e alongadas, são verdes, com coloração rósea na nervura, na face abaxial. O caule, ereto, apresenta coloração rósea. A inflorescência diferenciada, é terminal, compacta, apresenta coloração rósea, a qual permanece mesmo após a planta atingir a maturação fisiológica. Os grãos estão contidos em frutos do tipo pixídio, deiscente; são arredondados, de coloração bege. Quando a sementeira se dá no período da safrinha, as plantas amadurecem em pleno período de seca, nos cerrados, o que permite a secagem e colheita dos grãos (Teixeira et al., 2003).

A planta apresenta estatura média de 180 cm, da qual a inflorescência ocupa 48 cm. A diferenciação floral ocorre aos 30 dias após a emergência e a antese, aos 45 dias. As plantas são resistentes ao acamamento. Os grãos prontos para o armazenamento, com umidade de 12%, apresentam peso médio de 0,68 g por 1.000 grãos e conteúdo de proteína de 15 g por 100 g.

O amarantho tem grande capacidade de adaptação climática e pode ser utilizado na proteção do solo e como forragem, no período de entressafra. Na alimentação de suínos e aves, apresenta vantagem sobre o milho ou a soja, isoladamente, como fonte de proteína de alto valor

biológico. Segundo Teixeira et al. (2003), o amaranto apresenta grande potencial para se tornar cultura valorizada e integrada aos sistemas de cultivo tradicionais ou modernos.

#### **2.2.4 Sorgo granífero (*Sorghum bicolor*)**

O sorgo é considerado o quinto cereal mais importante do mundo em área cultivada, sendo superado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada (Tabosa et al., 1993). A gramínea pode ser do tipo granífero, quando apresenta até 60% de grãos, do tipo forrageiro, que quase não produz grãos, e do tipo dupla finalidade, quando apresentar de 20 a 30% de grãos.

A falta de estímulo ao plantio da cultura no Brasil deve-se principalmente aos altos rendimentos que a cultura do milho (principal concorrente do sorgo granífero) proporciona aos agricultores, à falta de mercado para a venda do sorgo, ao escasso grau de divulgação da cultura, e também à inexistência de cultivares adaptadas a diferentes condições climáticas (Pissaia et al., 1993).

#### **2.2.5 Crotalária (*Crotalaria juncea*)**

O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae) consiste de cerca de 500 espécies, localizadas em áreas tropicais e subtropicais. Inicialmente era considerada uma planta daninha, mas hoje ela tem importância econômica tanto pelo seu uso no controle de nematóides em áreas de cultivo da soja, quanto pela produção de forragem, produção de fibras, adubação verde, e controle da erosão do solo. Ela é muito eficiente como produtora de massa vegetal e como fixadora de nitrogênio (Cazetta et al., 2005).

A *Crotalaria juncea* pode fixar 150 a 165 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio no solo, podendo chegar a 450 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em certas ocasiões, produzindo 10 a 15 toneladas de matéria seca correspondendo a 41 e 217 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente (Wutke, 1993). Aos 130 dias de idade pode

apresentar raízes na profundidade de até 4,5 m, sendo que 79% de seu peso se encontram nos primeiros 30 cm. Esse autor ressalta que nem sempre o rendimento de biomassa está associado ao aumento de produções das culturas subsequentes.

Abboud e Duque (1995), estudando a caracterização de leguminosas com potencial para adubação verde no período da seca, demonstraram que caso os agricultores queiram cortar o adubo verde no período da floração como é comumente recomendado, é possível que se façam dois cortes antes do período da safra aumentando-se a produção de material orgânico produzido. Como opção de renda extra, pode-se cultivar a crotalária para fins de produção de sementes, associando-se ainda à adubação fosfatada e à prática de poda, para aumento da produção de sementes (Dourado et al., 2001).

### **2.3 Sistemas de preparo do solo**

Os sistemas de preparo do solo correspondem à seqüência de operações para trabalhar o solo visando à produção das culturas, incluindo o manejo dos resíduos culturais, mobilização, semeadura, aplicação de agrotóxicos, fertilizantes e colheita (Dickey et al., 1992).

Os diferentes equipamentos disponíveis para o preparo do solo trabalham e alteram de maneira diferenciada as propriedades físicas com consequências indiretas nas propriedades químicas e biológicas (Sá, 1998). Nesse contexto, o grande desafio da agricultura moderna passou a ser a busca da sustentabilidade socioeconômica da exploração agrícola, ou de uma nova condição de equilíbrio do sistema de produção, o que envolve, dentre outros, o manejo adequado do solo (Soares et al., 2005).

As modificações estruturais causadas no solo pelos diferentes sistemas de manejo podem resultar em maior ou menor compactação, que poderá interferir na resistência mecânica à penetração, densidade e porosidade do solo, influenciando o crescimento radicular e produtividade das culturas (Freddi et al., 2007).

O sistema de semeadura direta na palha tornou-se importante instrumento para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas. Na safra 2005/2006, 25,5 milhões de hectares foram cultivados sob esse sistema (Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2009), que, no Cerrado, representa uma extensão de mais de 20 milhões de hectares (Caires et al., 2006). A eficácia desse sistema está relacionada, entre outros fatores, com a quantidade e a qualidade de resíduos produzidos por plantas de cobertura e a posterior liberação de nutrientes (Moraes, 2001; Torres, 2003).

Segundo Oliveira et al. (2002), o sucesso do plantio direto passa primeiramente pela definição de espécies com elevada produtividade de fitomassa para cobertura do solo. Derpsch et al. (1986) condicionam o sucesso do plantio direto ao uso adequado da sucessão de culturas e da cobertura vegetal, que permitem minimizar efeitos da compactação superficial do solo.

O não-revolvimento do solo e a manutenção da palhada em superfície resultam em menor velocidade de decomposição e menor liberação de nutrientes, quando comparados ao revolvimento do solo e à incorporação da palhada. De acordo com as observações de Moreti et al. (2007), os sistemas de semeadura direta e convencional foram semelhantes quanto às alterações dos atributos químicos do solo.

Além do efeito direto das práticas agrícolas sobre os indicadores físicos, considerações acerca da matéria orgânica também são relevantes nesse tipo de estudo, já que perdas e acréscimos desse constituinte orgânico podem ser influenciadas pelas práticas de manejo do solo, assim como pela aplicação de fertilizantes e cultivo de leguminosas e gramíneas (Manna et al., 2005).

De acordo com Pelá (2002), a retirada da cobertura vegetal e o cultivo convencional dos solos aceleram a taxa de decomposição da matéria orgânica, provocando a compactação e a pulverização dos agregados na camada superficial, tornando-os muito suscetíveis à erosão.

Em relação à produção de massa seca do milho e da crotalaria cultivados nos sistemas de preparo convencional e plantio direto, observou-se maior produção de massa seca na semeadura convencional, o que pode estar associado à maior disponibilidade de nutrientes dos resíduos incorporados da cultura anterior (Suzuki e Alves, 2006). De acordo com as observações de Sodré Filho et al. (2004), o sistema de plantio direto proporciona maior acúmulo de biomassa pelas culturas de sucessão em relação ao sistema de preparo convencional.

Silva e Rosolem (2001), avaliando o crescimento radicular e a produção da biomassa seca da parte aérea e das raízes de seis plantas de cobertura (aveia preta, guandu, milho, mucuna preta, sorgo e tremoço azul) usadas em semeadura direta, observaram que o milho foi a cobertura que produziu mais biomassa seca em solos com compactação subsuperficial.

Por não provocar a inversão do solo, a escarificação promoveu menor desagregação, sendo que os resíduos vegetais ficaram depositados na superfície, e facilitou o controle da erosão, ao melhorar a infiltração, e retenção de água, estrutura e porosidade no trabalho de Machado et al. (2005). Comparando com a aração e a gradagem, a escarificação possui vantagens por promover a manutenção das características estruturais desejáveis do solo, resultado da menor mobilização e maior manutenção da cobertura vegetal (Rosa, 2007).

## **2.4 Nutrientes na biomassa de plantas de cobertura**

A utilização de culturas na entressafra com o objetivo de cobertura do solo e ciclagem de nutrientes através da mineralização dos seus resíduos, visando à diversificação da produção agrícola com sustentabilidade é uma estratégia para melhoria da qualidade ambiental e diminuição dos efeitos nocivos do monocultivo (Chaves e Calegari, 2001).

Resíduos culturais na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa

(Rosolem et al., 2003), ou lenta e gradual, conforme a interação entre os fatores climáticos, principalmente precipitação pluvial e temperatura, atividade macro e microbiológica do solo e qualidade e quantidade do resíduo vegetal (Alcântara et al., 2000; Oliveira et al., 2002).

A maximização da ciclagem de nutrientes, pelo adequado manejo dos resíduos vegetais produzidos num cultivo, é uma opção para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, otimizando os recursos internos (Chagas et al., 2007). Porém, para que uma espécie seja eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial cultivada em sucessão (Braz et al., 2004). A velocidade de decomposição bem como o acúmulo de nutrientes na biomassa e sua liberação variam entre as gramíneas e leguminosas.

Torres et al. (2005), em estudo realizado na primavera, observaram maior acúmulo de N nas leguminosas (crotalária e guandu), com relação as gramíneas (milheto e sorgo). De acordo com Carpim et al. (2008) o maior acúmulo de nutrientes pelo milheto ocorre no início do florescimento. Tais constatações demonstram que parte do N e de outros nutrientes contidos na massa seca da crotalária podem favorecer os cultivos subsequentes, evidenciando os benefícios do cultivo de culturas de cobertura na entressafra na manutenção do potencial produtivo do solo a longo prazo (Aguiar et al., 2009).

De acordo com Heinrichs et al. (2001) o cultivo de plantas de cobertura deve envolver gramíneas e leguminosas, para obter uma combinação da maior habilidade das gramíneas em reciclar nutrientes com a capacidade das leguminosas em fixar o nitrogênio atmosférico. Essa combinação resulta numa fitomassa com relação C:N intermediária àquela das culturas solteiras (Amado e Mielniczuk, 2000), proporcionando, simultaneamente, proteção ao solo e fornecimento de N à cultura em sucessão (Heinrichs et al., 2001).

Maior conhecimento da quantidade de nutrientes presentes na biomassa de espécies cultivadas que antecedem a cultura comercial é

necessário, podendo reduzir os gastos com insumos externos (Boer et al., 2007). O conhecimento da dinâmica de liberação dos nutrientes é fundamental para que se possa compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais na superfície do solo, que contribui com a manutenção da umidade e com a proteção do solo contra efeitos erosivos (Boer et al., 2007).

Rosolem et al. (2003) estudando diferentes espécies de plantas de cobertura, observaram que suas palhas podem fornecer ao solo uma quantidade de potássio entre 7 e 24 kg ha<sup>-1</sup>, para uma cobertura de 8 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, sob um volume de chuva acumulada de 70 mm, sem necessidade de decomposição. De acordo com os resultados de Corrêa et al. (2008) é possível afirmar que a braquiária é a planta de cobertura que possibilitou maior disponibilidade de fósforo às plantas de milho no momento do plantio, seguida da crotalária e do milheto.

A quantidade de nutrientes acumulada depende da espécie utilizada, do estágio fenológico, da produção de massa seca e do período de plantio (Boer et al., 2007). Segundo Cazetta et al. (2005), o milheto recicla grandes quantidades de nutrientes através da mineralização da massa seca produzida, com destaque para o nitrogênio quando as plantas são cortadas aos 60 dias após o plantio das mesmas. Segundo Perin et al. (2004) e Teixeira et al. (2005), a crotalária teve maiores teores e acúmulo de N e Ca em relação ao milheto, entretanto, o milheto teve maior acúmulo de K. Já Torres e Pereira (2008) obtiveram maior liberação de K no milheto, na aveia, na braquiária e na crotalária nos primeiros 42 dias após o manejo nos dois períodos avaliados.

Corrêa et al. (2004) verificaram que cada planta de cobertura possui eficiência específica na absorção de P do solo, podendo assim influenciar sua dinâmica de disponibilidade no solo, com a posterior decomposição da palha, a qual é regida pela velocidade de decomposição de cada espécie (Chien e Menon, 1995). Plantas com menor relação C/N, normalmente, decompõem-se mais rapidamente (Hass, 1999). Desse modo, a escolha da planta de cobertura que antecede a cultura comercial e o intervalo de dessecação são alternativas na disponibilização desse elemento no solo, em

especial em solos mais intemperizados, como acontece na maioria dos solos brasileiros (Corrêa et al., 2008).

## **2.5 Relação carbono/nitrogênio (C/N)**

A taxa de decomposição dos resíduos vegetais é controlada pelas características qualitativas do material vegetal, principalmente pela relação C/N e o teor de lignina e pelo manejo que definirá o tamanho dos fragmentos (Bortoluzzi e Eltz, 2000), que, em conjunto com a ação do clima, principalmente temperatura do ar e precipitação pluvial (Holtz, 1995; Espíndola et al., 2006; Torres et al., 2007) influenciam a atividade dos organismos decompositores (Moore, 1986), podendo acelerar ou reduzir o processo de decomposição.

Tian et al. (1993) classificaram os resíduos vegetais em três tipos: os de alta qualidade que possuem relação C/N baixa e baixos teores de lignina como as leguminosas, pois proporcionam um efeito mais direto na produtividade das culturas, porém decompõem-se mais rapidamente, resultando em baixa porcentagem de cobertura de solo; os de qualidade intermediária que são aqueles cuja palhada promove uma proteção do solo por um período mais longo; e os de baixa qualidade os que apresentam alta relação C/N e altos teores de lignina como as espécies lenhosas, que permanecem por mais tempo na superfície do solo, protegendo-o.

O teor de nitrogênio ou a relação C/N podem ser utilizados como indicadores de taxa de decomposição, embora não sejam os únicos. Os teores de lignina nos restos culturais também podem ser empregados para prever a velocidade com que esses resíduos vão ser decompostos. De forma geral, as leguminosas tiveram maiores teores de N e menores relações C/N e teores de celulose quando comparadas à vegetação natural.

Amado et al. (2002) destacaram que os resíduos de gramíneas, quando adicionados à superfície do solo, têm decomposição mais lenta, quando comparado com leguminosas e crucíferas. Esses autores sugeriram que isso ocorre devido à alta relação C/N das gramíneas e em muitos casos

pela reduzida disponibilidade de N mineral do solo. As leguminosas, de modo geral, possuem capacidade de fixar N atmosférico em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, além da baixa relação C/N, o que favorece à rápida decomposição e liberação desse nutriente para a cultura em sucessão (Ceretta et al., 1994).

Sá (1993) destacou que a relação C/N das culturas em uma rotação influi na taxa de mineralização dos resíduos orgânicos, na mobilização e na liberação de N no solo. A decomposição é inversamente proporcional ao teor de lignina e a relação C/N, pois quanto maior este teor mais lento será a decomposição dos resíduos depositados na superfície. Assim, resíduos com relação C/N maiores que 25 formam coberturas mais estáveis no solo, enquanto que menores que 25 decompõem-se mais rapidamente.

De uma maneira geral, a relação C/N das gramíneas, na época de pleno florescimento, está ao redor de 40:1 (Aita et al., 1994) e, nas leguminosas, na faixa de 20:1 (Monegat, 1991). Para Siqueira e Franco (1988), quando a relação C/N situa-se na faixa de 20 a 30:1, ocorre um equilíbrio entre os processos de mineralização e de imobilização do N; quando atinge valores maiores que 30, a imobilização supera a mineralização e com isso pode ocorrer deficiência de N, mesmo havendo grande quantidade de N passível de se tornar disponível. Torres et al. (2005), trabalhando com milheto, braquiária, sorgo forrageiro e crotalaria encontraram relação C/N de 21; 16; 24 e 11:1, respectivamente.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área**

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Pejuçara localizada em Sorriso - MT, no período de janeiro a julho de 2009. A propriedade possui relevo plano e uma área de plantio de 1.050 ha e altitude média de 380 m. O clima da região é subtropical úmido, tipo Cfa 2, conforme classificação de Köppen. As médias anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são correspondentes a 19,3°C, 1.561 mm e 82%, respectivamente.

A área escolhida para instalação do experimento vinha sendo cultivada há 14 anos com o plantio de soja como cultura principal. O experimento foi instalado logo após a colheita da soja precoce, na área havia cerca de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de resíduos da cultura anterior. Nesta amostragem foi demarcada uma área útil de 1 m<sup>2</sup> de forma aleatória em 6 pontos dentro da área experimental. Os resíduos foram coletados e secos em estufa, sendo os resultados extrapolados para unidade de área.

Antes da instalação do experimento foi realizada a demarcação do espaço utilizado pelo experimento e realizada a coleta de amostras de solo para caracterização inicial da área na camada de 0 a 0,2 m. Os resultados da análise química e granulométrica são apresentados na Tabela 1. O solo do local foi classificado segundo EMBRAPA (1999) como LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, de textura argilosa.

**Tabela 1** – Atributos químicos e granulométricos da área experimental em Sorriso - MT

Atributos	Valores
pH em H <sub>2</sub> O	6,1
pH em CaCl <sub>2</sub>	5,3
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,8
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,8
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,5
P (mg dm <sup>-3</sup> )	8,6
K (mg dm <sup>-3</sup> )	58,0
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	7,5
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,7
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	102,0
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	27,0
V (%)	55,9
M.O (g kg <sup>-1</sup> )	43,3
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	634
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	216
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	150

### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com parcelas sub-subdivididas no espaço e no tempo, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelas plantas de cobertura e as subparcelas, pelos sistemas de preparo do solo. As sub-subparcelas foram constituídas de duas épocas de amostragem das plantas de cobertura, sendo a primeira amostragem realizada no florescimento e a segunda amostragem na época de colheita dos grãos das plantas de cobertura utilizadas. As parcelas totalizavam 105 m<sup>2</sup> (5 x 21 m) e as subparcelas 35 m<sup>2</sup> (5 x 7 m), onde foram avaliados os tratamentos.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco plantas de cobertura e três sistemas de preparo do solo e duas épocas de amostragem das plantas de cobertura. As espécies utilizadas foram o milheto (*Pennisetum glaucum*), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), braquiária

(*Brachiaria ruziziensis*), sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench) e amaranto (*Amaranthus* spp). Os sistemas de manejo utilizados foram a semeadura direta - SPD (sem revolvimento), sistema de cultivo mínimo - SCM (com o uso de escarificador) e convencional – SPC (com o uso de grade aradora + grade niveladora). As duas épocas de amostragem utilizadas correspondem ao florescimento e a época de colheita dos grãos das plantas de cobertura.

### 3.3 Implantação do experimento

O preparo do solo do SPC e SCM foi realizado em fevereiro de 2009. Os implementos utilizados para preparo do solo foram: a grade aradora (10 discos); escarificador (hastes espaçadas em 50 cm); e a grade niveladora (26 discos). O preparo convencional do solo foi realizado com duas gradagens, seguida de uma passagem da niveladora. O escarificador foi regulado de modo que as hastes atingissem 0,4 m de profundidade, sendo realizado somente uma passagem do implemento na área, previamente determinada.

Posteriormente, foi realizada a semeadura das culturas de acordo com as densidades de semeadura descritas na Tabela 2. Todas as espécies foram semeadas a lanço, após a alocação dos tratamentos e para enterrio das sementes foi utilizado uma grade niveladora com os discos totalmente fechados para o mínimo revolvimento do solo. Todas as espécies foram semeadas sem aplicação de fósforo, potássio e nitrogênio. Não foi realizada nenhuma aplicação de herbicidas e fungicidas durante o período experimental. Entretanto, fez-se necessário a realização de duas aplicações do inseticida Profenofós® na dose de 150 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial, aplicado aos 25 e 35 dias após o plantio, para controle de *Diabrotica speciosa* (vaquinha).

**Tabela 2.** Densidade de semeadura e valor cultural das espécies vegetais utilizadas no experimento em Sorriso, MT

Culturas	Densidade de semeadura (kg ha <sup>-1</sup> )	Valor cultural (%)
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	9	30
Milheto ADR 300 <sup>®</sup>	15	90
Sorgo AG 1040 <sup>®</sup>	15	90
<i>Crotalaria juncea</i>	20	87
Amaranto BRS Alegria <sup>®</sup>	8	95

### 3.4 Coleta de amostras

Em pleno florescimento das culturas - em média 73 dias após o plantio - foram coletadas amostras para quantificação da massa seca produzida pelas diferentes plantas de cobertura. Foi utilizado um quadro amostral de 0,5 x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>) disposto de forma aleatória dentro de cada parcela e toda a parte aérea das plantas foram cortadas a 5 cm do solo, pesadas e embaladas em sacos de papel (Figura 1). As mesmas foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até peso constante, sendo novamente pesadas.



**Figura 1.** Quadro amostral utilizado para amostragem de biomassa seca das plantas de cobertura.

Os resultados foram extrapolados em quilogramas de biomassa seca por hectare. Após a coleta no florescimento, as plantas de cobertura permaneceram no campo até atingirem o ponto de colheita dos grãos para quantificação da produção de biomassa seca e rendimento de grãos. A colheita do amaranto, milho, sorgo, braquiária e crotalaria no momento da colheita de grãos foi realizada aos 105, 120, 120, 154 e 154 dias após plantio (DAP), respectivamente. A produtividade de grãos foi ajustada para 13% de umidade em base úmida, sendo extrapolada para produtividade por unidade de área.

### **3.5 Análises laboratoriais**

O material coletado para quantificação da massa seca das plantas de cobertura nas duas épocas de avaliação, foi moído em moinho do tipo Willey (peneira com malha de 0,33 mm). O carbono foi determinado pelo método Yeomans e Bremner (1988) modificado. O nitrogênio, após digestão sulfúrica, foi determinado pelo método de Kjeldahl. As concentrações de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe) das plantas de cobertura foram determinadas de acordo com Malavolta et al. (1997).

Após digestão nitroperclórica, o fósforo foi determinado por colorimetria e o potássio por fotometria de chama. O cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Os acúmulos de macronutrientes e micronutrientes foram determinadas por meio da multiplicação da produção de biomassa seca pelo teor de nutrientes de cada espécie.

### **3.6 Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância e normalidade (Banzatto e Kronka, 1995), sendo transformadas as

variâncias que não se encontravam homogêneas. Os dados de produtividade de biomassa seca, acúmulos de macronutrientes e micronutrientes e relação carbono/nitrogênio foram transformados em  $x^{0.5}$ . Os resultados são apresentados com as médias originais dos dados obtidos. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e em caso de Teste F significativo, procedeu-se às comparações de médias pelo Teste de Scott-Knott a 5%, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 4.3 (Ferreira, 2000).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Produção de biomassa seca**

Não houve interação significativa na produção de biomassa seca entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de manejo. Porém, foram observadas interações entre plantas de cobertura x sistemas de preparo do solo (Tabela 3) e plantas de cobertura x época de manejo (Tabela 4).

Quando avaliados o efeito dos sistemas de preparo do solo dentro de cada planta de cobertura, verificou-se a produção de biomassa seca do sorgo, crotalária e a braquiária não diferiram em função dos sistemas de preparo de solo. Entretanto, milho teve menor produção de biomassa no SPD em relação ao SPC e ao SCM, e a crotalária teve menor produção de biomassa no SPC.

Oliveira et al. (2002) obtiveram maiores produções de biomassa seca de milho no SPC em relação às obtidas neste estudo, com 14.120 kg ha<sup>-1</sup>. Porém, a semeadura foi realizado no verão e o manejo realizado 100 dias após o plantio, deste modo, a cultura não teve nenhuma limitação hídrica durante o ciclo produtivo. Entretanto, Torres et al. (2008) obtiveram menor produção de biomassa de milho do que as encontradas neste trabalho, com 3.600 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca. Segundo o mesmo autor, a produção de biomassa neste ano foi prejudicada pela baixa precipitação ocorrida no período de safrinha. Segundo Farinelli et al. (2004) a época de semeadura

empregada no cultivo de milho tem importância significativa na produção de biomassa seca e não é obstáculo para a ocorrência considerável de cobertura de solo.

**Tabela 3.** Biomassa seca das plantas de cobertura em função dos sistemas de plantio direto (SPD), preparo convencional (SPC) e de cultivo mínimo (SCM) em Sorriso - MT, 2009

Espécie	Biomassa seca (kg ha <sup>-1</sup> )		
	SPD	SPC	SCM
Milheto	5.256,4 bC	7.595,3 aA	9.354,3 aA
Sorgo	7.529,3 aB	7.093,0 aA	8.244,2 aA
Crotalária	10.572,1 aA	6.788,2 bA	8.535,6 aA
Amaranto	6.386,2 aC	4.837,7 aB	4.913,5 aB
Braquiária	5.142,4 aC	6.405,3 aB	7.104,5 aB

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% pelo Teste de Scott-Knott.

**Tabela 4.** Biomassa seca das plantas de cobertura em função da época de amostragem em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Biomassa seca (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Florescimento	Colheita
Milheto	10.182,3 aA	4.621,7 bC
Sorgo	9.041,5 aB	6.202,8 bB
Crotalária	8.401,5 aB	8.855,7 aA
Amaranto	7.436,9 aB	3.321,3 bD
Braquiária	10.861,3 aA	1.573,3 bE

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 1% pelo Teste de Scott-Knott.

Assis et al. (2005) em trabalho realizado com plantas de cobertura no Cerrado, obtiveram produção de biomassa seca do amaranto cultivado em safrinha de 2.565 kg ha<sup>-1</sup>. Já Erasmo et al. (2004) obteve produção de cinco cultivares de amaranto oscilando entre 4.000 e 9.000 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca. Os autores salientam que apesar de ter crescimento inicial lento, o que reduz sua capacidade competitiva com plantas daninhas, o amaranto pode

ter produção de biomassa após a colheita de grãos equiparada às encontradas nas principais espécies cultivadas com o propósito de produção de biomassa seca e rendimento de grãos em safrinha nas condições de Cerrado.

No SPD a crotalária teve maior produção de biomassa em relação às demais plantas de cobertura, sendo os menores rendimentos de biomassa seca observados para o milheto, braquiária e amaranto. No SPC e SCM o milheto, crotalária e o sorgo produziram maior quantidade de biomassa seca em relação ao amaranto e a braquiária. Suzuki et al. (2006) verificaram maiores produções de biomassa seca do milheto e crotalária quando cultivados no SPC em relação ao SPD, o que pode estar associado à maior disponibilidade de nutrientes dos resíduos incorporados ao solo da cultura anterior.

A produção de biomassa seca do sorgo foi menor em relação aos resultados obtidos por Moraes (2001) e por Oliveira (2001) com 10.700 e 15.480 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, porém estes altos valores de produção de biomassa seca destes autores estiveram relacionadas à rebrota do sorgo forrageiro. Neste trabalho foi utilizado o sorgo granífero, o que pode ter resultado em menor produção de biomassa em relação a utilização do sorgo forrageiro.

Nunes et al. (2006) obtiveram menor produção de biomassa seca de braquiária em relação às encontradas neste estudo quando a semeadura foi realizada em safrinha no SPC do solo e amostragem aos 65 dias após o plantio. O mesmo autor verificou incremento na produção de biomassa quando esta gramínea permaneceu no campo até os 165 dias após o plantio, o que pode ser atribuído à disponibilidade de água durante o ciclo da planta. Por apresentar crescimento inicial rápido, esta planta tem sido utilizada em sistemas de plantio direto com grande sucesso nas condições de Cerrado. Crusciol e Soratto (2007) obtiveram produção de 6.200 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca da *Brachiaria brizantha* no cultivo de verão e amostragem realizada aos 75 dias após o plantio no SPD. Neste estudo com amostragem aos 73 dias após o plantio e cultivo em safrinha, a braquiária produziu cerca

de 10.000 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca. A maior produção de biomassa seca da braquiária neste estudo pode estar associado ao uso da *Brachiaria ruziziensis*, que é atualmente recomendada para utilização em áreas com sistema de plantio direto por apresentar grande produção de biomassa nas condições de clima e solo da região do Cerrado.

De modo geral, verificou-se maior produção de biomassa seca quando a amostragem foi realizada no florescimento. A crotalária não diferiu em função da época de corte para produção de biomassa. O milho e a braquiária produziram maior quantidade de biomassa seca no florescimento. Na colheita de grãos a crotalária produziu maior quantidade de biomassa seca, o que pode ser atribuído ao longo ciclo e ao porte alto da mesma. A menor produção de biomassa na colheita de grãos foi observada na braquiária.

Farinelli et al. (2004) em trabalho realizado com a cultura do milho obteve produção de 13.000 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca quando o plantio foi realizado em abril e o manejo realizado em pleno florescimento. Entretanto, quando as plantas foram mantidas no campo até a colheita de grãos, verificou-se redução de cerca de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa produzida. Ainda, segundo o mesmo autor, a quantidade de biomassa produzida na colheita de grãos é satisfatória para a prática do sistema de plantio direto. Neste trabalho verificou-se redução mais acentuada na produção de biomassa seca do milho quando comparadas as duas épocas de manejo empregadas.

## **4.2 Acúmulo de macronutrientes**

### **4.2.1 Nitrogênio**

A quantidade de nitrogênio acumulado na biomassa das plantas de cobertura apresentou interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de manejo. Desse modo, o acúmulo de nitrogênio ocorreu de forma diferenciada entre as plantas de cobertura em

função do sistema de preparo do solo e época de amostragem. Em geral, quando as plantas de cobertura foram amostradas no florescimento, acumularam cerca de 49% a mais de N na biomassa seca em relação ao manejo na colheita de grãos. Todas as plantas de cobertura, independentemente do sistema de preparo do solo tiveram maior quantidade acumulada de N na biomassa seca no florescimento em relação à colheita de grãos (Tabela 5). Assim, quando amostradas no florescimento às plantas de cobertura disponibilizaram maiores quantidade de N para cultivos subsequentes.

O milho e a braquiária amostradas no florescimento acumularam maior quantidade de N no SPD e SPC em comparação ao SCM. O sorgo acumulou maior quantidade de N na biomassa quando cultivado no SPC, e o amaranto não teve diferença em função dos sistemas de preparo do solo. A crotalária teve menor acúmulo de N na biomassa seca quando cultivada no SPC e amostrada no florescimento.

**Tabela 5.** Nitrogênio na biomassa seca das plantas de cobertura em função dos sistemas de preparo do solo e da época de amostragem das plantas de cobertura em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )					
	Florescimento			Colheita		
	SPD	SPC	SCM	SPD	SPC	SCM
Milho	158,9 aA	131,0 aB	79,5 bD	85,5 aB	62,0 bA	48,6 bB
Sorgo	142,8 aA	91,4 bB	99,3 bC	66,6 aB	64,4 aA	47,7 bB
Crotalária	177,9 aA	112,2 bB	177,1 aA	121,7 bA	76,0 cA	116,5 aA
Amaranto	105,3 aB	113,1 aB	135,4 aB	37,5 aC	43,1 aB	41,3 aB
Braquiária	172,5 aA	169,1 aA	112,7 bC	38,1 aC	29,3 aB	28,1 aC

\*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna dentro do florescimento e da colheita não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1%. SPD – Sistema de plantio direto; SPC – sistema de plantio convencional e SCM - sistema de cultivo mínimo.

Quando avaliado o efeito do sistema de preparo do solo dentro das plantas de cobertura, verificou-se menor acúmulo de N na biomassa do amaranto em relação às demais plantas de cobertura no SPD. O maior

acúmulo de N na biomassa foi observado pela braquiária quando cultivada no SPC.

O milho amostrado na colheita de grãos e cultivado no SPD acumulou mais N na biomassa seca em relação ao SPC e SCM. Já o sorgo teve mais N no SPD e SPC quando comparado ao SCM. O amaranto e a braquiária não diferiram em função dos sistemas de preparo do solo para o N na biomassa seca quando amostradas na colheita de grãos. A crotalária acumulou maior quantidade de N na biomassa cultivada no SCM.

Na amostragem realizada na colheita de grãos, verificou-se maior acúmulo pela crotalária, com 121 kg ha<sup>-1</sup> de N na biomassa seca. O amaranto e a braquiária acumularam 37 e 38 kg ha<sup>-1</sup> de N na biomassa na colheita de grãos e cultivadas no SPD, tendo as menores quantidades de N na biomassa seca. O milho, sorgo e crotalária quando cultivados no SPC e amostradas na colheita de grãos acumularam maior quantidade de N na biomassa em relação ao amaranto e a braquiária. A crotalária acumulou maior quantidade de N na biomassa quando cultivada no SCM em relação as demais plantas de cobertura. A braquiária quando comparada com a crotalária no SCM acumulou 76% a menos de N na biomassa seca.

Boer et al. (2007) trabalhando com milho e amaranto cultivados no SPC e amostradas aos 55 dias após o plantio, obtiveram 121 e 49 kg ha<sup>-1</sup> de N na biomassa seca, respectivamente. Entretanto, esse autor salienta que cerca de 120 e 240 dias após o manejo do amaranto e milho, respectivamente, cerca de 90% do nitrogênio foi mineralizado da biomassa seca dessas plantas.

Torres et al. (2008) em estudo realizado na região de Cerrado com as plantas de milho, sorgo, crotalária e braquiária no SPC e amostragem realizada aos 110 dias após o plantio, verificou, respectivamente, 165, 84, 118 e 130 kg ha<sup>-1</sup> de N acumulados na biomassa seca. Segundo esse autor, aos 210 dias após o corte cerca de 90% do N presente na biomassa da braquiária e 70% do N presente na biomassa de milho, sorgo e crotalária já tinham sido mineralizados pela decomposição do material vegetal e ação de microrganismos. Desse modo, para que se tenha um bom

aproveitamento do nutriente residual pelo cultivo subsequente, deve-se atentar para o período entre o manejo da planta de cobertura e a entrada de novo cultivo.

#### **4.2.2 Fósforo**

A quantidade de fósforo acumulado na biomassa das plantas de cobertura apresentou interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem. No florescimento as plantas de cobertura, independentemente do sistema de preparo do solo acumularam maior quantidade de P na biomassa em relação à amostragem realizada na colheita de grãos (Tabela 6), pois esse elemento foi transportado pela planta para produção de grãos. Outro fator importante é a senescência da parte aérea destas plantas, pois o material desprendido da planta não foi quantificado nesta amostragem.

Na amostragem realizada no florescimento o sorgo, amaranto e braquiária não diferiram quanto ao acúmulo de P na biomassa seca em função dos sistemas de preparo do solo. O milho teve menor quantidade de P acumulada no SCM. A crotalária quando cultivada no SPC teve menor acúmulo deste nutriente em comparação à quantidade acumulada no SPD e SCM.

Ao se avaliar o efeito do sistema de preparo dentro das plantas de cobertura, verificou-se maior acúmulo de P na biomassa seca pelo milho e braquiária quando cultivadas no SPD e amostradas no florescimento. As gramíneas tiveram maior acúmulo deste nutriente quando cultivadas no SPC em relação ao amaranto e a crotalária. Entretanto, quando cultivadas no SCM o milho teve a menor quantidade de P acumulada na biomassa seca em relação às demais plantas de cobertura no florescimento.

O milho, sorgo, amaranto e braquiária quando amostradas na colheita de grãos não diferiram entre os sistemas de preparo do solo quanto ao acúmulo de P na biomassa seca. Observou-se maior acúmulo de P pela

crotalária quando esta foi cultivada no SCM em relação ao SPD e SPC.

**Tabela 6.** Fósforo na biomassa seca das plantas de cobertura em função dos sistemas de preparo do solo e da época de amostragem das plantas de cobertura em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )					
	Florescimento			Colheita		
	SPD	SPC	SCM	SPD	SPC	SCM
Milheto	48,89 aA	39,72 aA	21,69 bB	21,08 aA	14,49 aA	14,96 aB
Sorgo	39,20 aB	34,89 aA	35,03 aA	10,73 aB	9,26 aA	6,16 aC
Crotalária	32,58 aB	18,12 bC	44,67 aA	14,47 bA	8,25 bA	26,19 aA
Amaranto	28,35 aB	27,64 aB	33,77 aA	8,26 aB	9,28 aA	4,48 aC
Braquiária	51,26 aA	44,22 aA	38,00 aA	7,17 aB	6,13 aA	5,10 aC

\*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna dentro do florescimento e da colheita não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1%. SPD – Sistema de plantio direto; SPC – sistema de plantio convencional e SCM - sistema de cultivo mínimo.

Quando avaliado o efeito do sistema de preparo dentro das plantas de cobertura e amostragem na colheita de grãos, verificou-se maior acúmulo de P pelo milho e crotalária cultivadas no SPD em relação às demais plantas de cobertura. A crotalária teve o maior acúmulo de P em relação às demais plantas de cobertura, e os menores acúmulos deste nutriente foram observados pelo sorgo, amaranto e braquiária manejados na colheita de grãos.

O fósforo tem tido atenção especial na agricultura, devido principalmente ao elevado custo e ao fim das reservas mundiais deste nutriente. Deste modo, a busca por plantas de cobertura do solo capazes de manter o nutriente estocado na biomassa seca por um período maior de tempo tem sido constante. Na amostragem realizada na colheita de grãos, verificou-se menor acúmulo de P na biomassa seca das plantas de cobertura, o que pode ser resultado na menor produção de biomassa seca aliada a quantidade de P exportado nos grãos. Desse modo, do ponto de vista de manutenção de maior quantidade de P no sistema, quando o manejo das plantas de cobertura é realizado no florescimento tem-se maior

acúmulo deste nutriente, apresentando maiores benefícios a longo prazo. Entretanto, o interesse por maiores lucros e maior aproveitamento da área de cultivo fazem com que os produtores utilizem plantas que apresentam grande rendimento de grãos e não aquelas que acumulam grande quantidade de nutrientes na biomassa seca para posterior utilização no cultivo de verão.

Boer et al. (2007) obtiveram na biomassa do amaranto e do milho acúmulos de 7 e 17 kg ha<sup>-1</sup> de P na biomassa quando cultivadas no SPC e manejadas aos 55 dias após o plantio. Os mesmos autores verificaram que aos 30 e 180 dias após o manejo do amaranto e milho, respectivamente, cerca de 70% do P já havia sido mineralizado da biomassa seca. Desse modo, o milho é capaz de acumular maior quantidade de P na biomassa e manter esse nutriente retido por um período de tempo maior em relação ao amaranto. Torres et al. (2008), trabalhando no SPC e com amostragem das plantas de milho, sorgo, crotalária e braquiária, aos 110 dias após o plantio, verificaram acúmulo de 22, 12, 11 e 13 kg ha<sup>-1</sup> de P, respectivamente, na biomassa seca destas plantas.

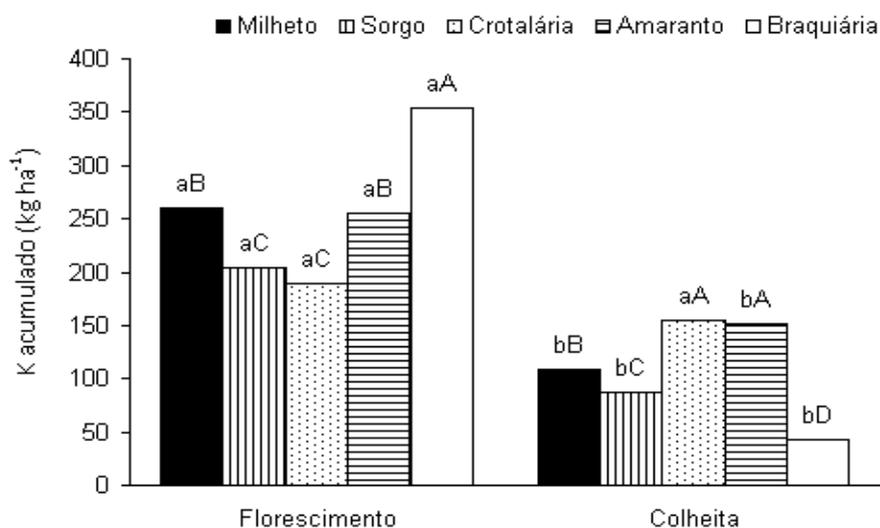
#### **4.2.3 Potássio**

Não houve interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem. Sendo somente observada interação entre plantas de cobertura x época de amostragem. Dessa forma, verificou-se que a época de corte adotada nos sistemas agrícolas que se utilizam de plantas de cobertura influencia diretamente na quantidade de potássio acumulado ao longo do ciclo pelas plantas de cobertura. A não ocorrência do efeito do sistema de manejo do solo adotado pode estar relacionada com a facilidade de aquisição do nutriente pelas plantas de cobertura, em função dos bons teores no solo deste nutriente antes da instalação do experimento.

Quando comparado o efeito das épocas de amostragem dentro das plantas de cobertura, verificou-se que somente a crotalária não apresentou

redução no acúmulo desse nutriente entre as épocas de amostragem empregada. O milho, sorgo, amaranto e braquiária tiveram reduções no K acumulado na ordem de 151, 116, 103 e 310 kg ha<sup>-1</sup> de K na biomassa seca, respectivamente, quando comparada a quantidade acumulada no florescimento em relação à colheita de grãos (Figura 2). A grande redução do K entre as duas épocas pode resultar em um maior ou menor gasto com o fertilizante para cultivos subsequentes, dependendo da época de manejo que se utiliza.

No florescimento a braquiária acumulou maior quantidade de K, e o milho e amaranto não diferiram entre si. O sorgo e a crotalária acumularam menores quantidades de K na biomassa seca. Na colheita de grãos a crotalária, amaranto, milho, sorgo e braquiária tiveram acúmulos de 154, 152, 108, 87 e 43 kg ha<sup>-1</sup> de K, respectivamente.



**Figura 2.** Potássio na biomassa seca das plantas de cobertura em função da época de amostragem em Sorriso – MT, 2009.

\*Letras maiúsculas iguais dentro de cada época e letras minúsculas iguais entre as épocas não diferem pelo Teste de Scott-Knott a 1%.

Torres e Pereira (2008), avaliando o acúmulo de K em diferentes plantas de cobertura obtiveram menores acúmulos no milho, sorgo, crotalária e braquiária quando amostradas aos 110 dias após o plantio em relação a este trabalho. Os mesmos autores verificaram maiores acúmulos

de K pelas gramíneas em relação às leguminosas, onde a crotalária teve o menor acúmulo dentre as espécies utilizadas. Entretanto, no trabalho realizado por Perin et al. (2004) com o milho, crotalária, milho+crotalária e pousio amostrados aos 69 dias após o plantio não se verificou diferença quanto ao acúmulo de K na biomassa seca, com acúmulo de 325, 293, 336 e 277 kg ha<sup>-1</sup> de K, respectivamente.

Carpim et al. (2008) avaliando o acúmulo de K pelo milho em diferentes estádios fenológicos obtiveram 447,6 kg ha<sup>-1</sup> no início do florescimento. A taxa de acúmulo de K está relacionada à produção de biomassa, porém a liberação parece estar mais associada à taxa de decomposição de plantas de cobertura (Torres e Pereira, 2008). O maior acúmulo de K na amostragem realizada no florescimento neste trabalho pode estar associado à maior produção de biomassa seca pelas plantas de cobertura em relação à amostragem realizada na colheita de grãos.

#### **4.2.4 Cálcio**

Não foi observada interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem quando ao acúmulo de Ca na biomassa seca. Porém, foram observadas interações entre sistemas de preparo do solo x plantas de cobertura e plantas de cobertura x época de amostragem.

O sorgo e a crotalária acumularam maiores quantidades de Ca no SPD quando comparados ao SPC e SCM. Ao passo que o milho e a braquiária tiveram maiores acúmulos no SPC em relação ao SPD e SCM (Tabela 7). A produção de biomassa seca do amarantho não foi afetada pelos sistemas de preparo empregados, entretanto, quando observamos o acúmulo de Ca na biomassa seca, verificou-se que no SPC o acúmulo deste nutriente pelo amarantho foi menor em relação ao SPD e SCM.

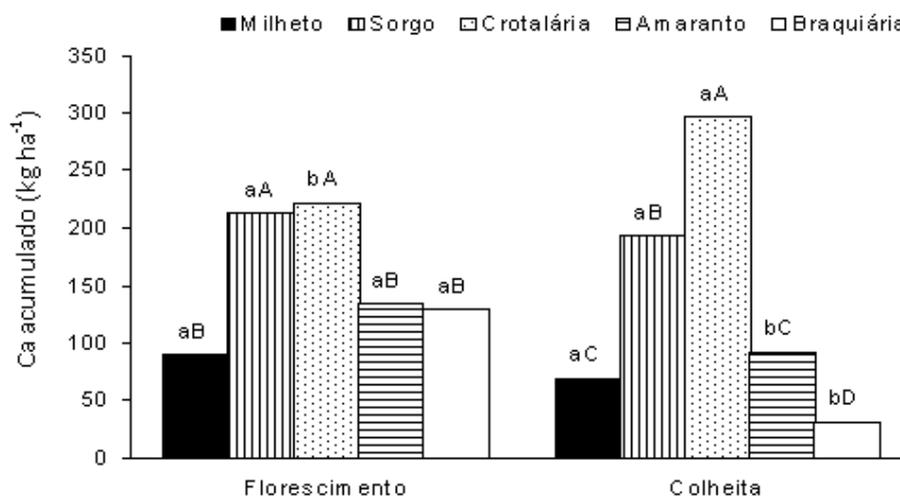
**Tabela 7.** Cálcio na biomassa seca em função dos sistemas de plantio direto (SPD), preparo convencional (SPC) e cultivo mínimo (SCM) em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Cálcio (kg ha <sup>-1</sup> )		
	SPD	SPC	SCM
Milheto	75,52 bD	106,38 aB	56,54 bB
Sorgo	326,78 aB	150,80 bA	131,46 bA
Crotalária	446,33 aA	189,33 bA	142,58 bA
Amaranto	192,51 aC	39,42 cC	107,06 bA
Braquiária	60,01 bD	133,48 aB	47,83 bB

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 1% pelo Teste de Scott-Knott.

Torres et al. (2008) verificaram menores acúmulos de Ca no milho, sorgo, crotalária e braquiária no SPC em relação ao SPD. Entretanto, neste trabalho, somente o milho e a braquiária tiveram maiores quantidades de Ca na biomassa quando cultivadas no SPC. No trabalho de Perin et al. (2004) o acúmulo de Ca pelo milho foi semelhante ao encontrado no SPC, entretanto, o acúmulo pela crotalária ficou aquém das encontradas neste trabalho. Já Boer et al. (2008), trabalhando com milho e amaranto no sistema de plantio direto no Cerrado, verificou acúmulos na biomassa de 76 e 57 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, respectivamente. Segundo os mesmos autores, a quantidade de nutrientes acumulada depende da espécie utilizada, do estágio fenológico, da produção de biomassa e do período de plantio.

O milho e o sorgo não diferiram em função da época de amostragem das plantas de cobertura quanto ao acúmulo de Ca na biomassa seca (Figura 3). Entretanto, o amaranto e a braquiária tiveram maiores acúmulos de Ca no florescimento. Por outro lado, a crotalária teve maior acúmulo de Ca na colheita de grãos. O maior acúmulo de Ca pela crotalária na colheita de grãos pode estar associado à maior participação do componente colmo, tendo em vista a reduzida quantidade de folhas aderidas ao caule na época de amostragem.



**Figura 3.** Acúmulo de cálcio na biomassa seca em função da época de amostragem das plantas de cobertura em Sorriso – MT, 2009.

\*Letras maiúsculas iguais dentro de cada época e letras minúsculas iguais entre as épocas não diferem pelo Teste de Scott-Knott a 1%.

Quando comparadas as plantas de cobertura dentro de cada época de amostragem, verificou-se que o sorgo e a crotalária tiveram maiores quantidades de Ca na biomassa seca em relação às demais no florescimento. A crotalária e braquiária acumularam 295 e 32 kg ha<sup>-1</sup> de Ca na biomassa seca, respectivamente, na colheita de grãos. Evidenciando desta forma que existe diferenças entre as espécies utilizadas na capacidade em acumular este nutriente na biomassa seca.

Na amostragem realizada no florescimento do milho, a quantidade de Ca na biomassa seca foi inferior às encontradas por Oliveira et al. (2002), 100 dias após o plantio, e Moraes (2001), no florescimento, que obtiveram, respectivamente, 93 e 105 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, em 14.180 e 9.630 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca de milho comum. Azevedo e Nascimento (2002) obtiveram 8 e 4 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, respectivamente, em 2.890 e 1.830 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca remanescente após a colheita dos grãos do amaranto, valores estes bem abaixo dos observados nesse trabalho.

Torres et al. (2008) trabalhando com milho, sorgo, crotalária e braquiária verificaram acúmulos de 41, 26, 43 e 18 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, respectivamente, no sistema de preparo convencional do solo e avaliação aos 110 dias após o plantio. A maior quantidade de Ca acumulado na

colheita de grãos pela crotalária neste trabalho deve-se, principalmente à produção de biomassa seca ter sido elevada nessa época de amostragem. Também, a maior participação do componente colmo nessa época de amostragem pode resultar em maior quantidade de Ca na biomassa seca.

#### **4.2.5 Magnésio**

Não houve interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem. Porém, foram observadas interações entre sistemas de preparo do solo x plantas de cobertura e plantas de cobertura x época de amostragem. O acúmulo de Mg na biomassa seca do sorgo e braquiária não diferiu em função dos sistemas de preparo do solo. No SCM o milho acumulou menores quantidades de Mg na biomassa seca. A crotalária e o amaranto acumularam menores quantidades de Mg na biomassa seca no SPC em relação aos demais sistemas de preparo do solo (Tabela 8).

Torres et al. (2008) trabalhando com milho, sorgo, crotalária e braquiária observaram acúmulos de 22, 16, 13 e 21 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, respectivamente, na biomassa seca destas espécies em sistema de plantio convencional, valores estes, abaixo dos encontrados para todas as espécies cultivadas no mesmo sistema de preparo do solo em relação a este trabalho. Ressaltando desta forma, que além do efeito do sistema de preparo do solo e da época de amostragem, a resposta das culturas ocorre de forma diferenciada para as diversas condições de clima e de solo em que são cultivadas, necessitando assim, de estudos para as diferentes regiões.

**Tabela 8.** Magnésio na biomassa seca em função dos sistemas de plantio direto (SPD), preparo convencional (SPC) e cultivo mínimo (SCM) em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Magnésio (kg ha <sup>-1</sup> )		
	SPD	SPC	SCM
Milheto	54,70 aA	57,81 aA	34,43 bD
Sorgo	62,62 aA	51,73 aA	56,97 aB
Crotalária	72,80 aA	57,91 bA	72,58 aA
Amaranto	43,22 aB	32,86 bB	48,60 aC
Braquiária	43,41 aB	47,20 aB	37,10 aD

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% pelo Teste de Scott-Knott.

Quando a amostragem foi realizada no florescimento as plantas de cobertura tiveram maior acúmulo de Mg em relação à amostragem na colheita de grãos, exceto para a crotalária que não diferiu entre as duas épocas avaliadas (Tabela 9). Boer et al. (2007) trabalhando com milho e amaranto em SPD obtiveram acúmulos de 40 e 33 kg ha<sup>-1</sup> de Mg na biomassa seca, respectivamente, quando a amostragem foi realizada aos 51 e 59 dias após o plantio.

**Tabela 9.** Magnésio na biomassa seca das plantas de cobertura em função da época de amostragem em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Magnésio (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Florescimento	Colheita
Milheto	64,77 aA	33,19 bC
Sorgo	64,21 aA	50,00 bB
Crotalária	68,19 aA	67,34 aA
Amaranto	57,15 aA	25,97 bC
Braquiária	73,72 aA	11,42 bD

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 1% pelo Teste de Scott-Knott.

Ao avaliar as plantas de cobertura dentro de cada época de amostragem, verificou-se que as plantas de cobertura não diferiram entre si na amostragem realizada no florescimento. Por outro lado, quando amostradas na colheita de grãos, a crotalária teve maior acúmulo de Mg em relação as demais plantas de cobertura. O maior acúmulo de Mg pela crotalária na colheita de grãos está associada a maior produção de biomassa seca e ao teor deste nutriente presente na biomassa seca. Perin et al. (2004) trabalhando com milho e crotalária amostradas aos 68 dias após o plantio, verificaram acúmulo de 60 e 68 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, respectivamente, valores muito próximos aos encontrados neste trabalho.

#### **4.3 Relação carbono/nitrogênio (C/N)**

Seguindo a mesma tendência do acúmulo de nitrogênio na biomassa seca, a relação C/N das plantas de cobertura utilizadas neste estudo apresentou interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem. De modo geral, quando avaliado somente o efeito da época de amostragem das plantas de cobertura, verificou-se uma relação C/N mais alta na amostragem realizada na colheita de grãos (32:1) em relação à amostragem realizada no florescimento (25:1), independentemente do sistema de preparo do solo e da planta de cobertura utilizada.

De maneira geral, a relação C/N das gramíneas, na época de pleno florescimento está ao redor de 40:1 e, nas leguminosas, na faixa de 20:1 (Monegat, 1991). Na amostragem realizada no florescimento observaram-se variações entre as espécies, sendo verificados maiores valores de C/N nas gramíneas. Ao avaliar o efeito do sistema de preparo do solo nas plantas de cobertura na amostragem realizada no florescimento, verificou-se que o milho, crotalária e braquiária não diferiram entre os sistemas de preparo do solo. O sorgo amostrado no florescimento e cultivado no SPD teve menor relação C/N quando comparado ao SPC e SCM. O amaranto teve menor

relação C/N quando cultivado no SPC e SCM em comparação ao SPD (Tabela 17).

Ainda, avaliando-se as plantas de cobertura na amostragem realizada no florescimento dentro de cada sistema de preparo, a relação C/N não diferiu no SPD entre as plantas de cobertura. O milho e o sorgo cultivados no SPC e SCM tiveram maior relação C/N em relação à crotalária, amaranto e a braquiária.

**Tabela 17.** Relação C/N das plantas de cobertura em função dos sistemas de preparo do solo e da época de amostragem em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Relação C/N					
	Florescimento			Colheita		
	SPD	SPC	SCM	SPD	SPC	SCM
Milho	28 aA	30 aA	31 aA	32 aB	34 aB	29 aB
Sorgo	21 bA	33 aA	32 aA	46 aA	33 bB	45 aA
Crotalária	19 aA	21 aB	22 aB	31 bB	39 aA	26 bB
Amaranto	30 aA	18 bB	20 bB	21 aC	23 aC	25 aB
Braquiária	23 aA	21 aB	26 aB	19 aC	25 aC	22 aB

\*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna dentro do florescimento e da colheita não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1%. SPD – Sistema de plantio direto; SPC – sistema de plantio convencional e SCM - sistema de cultivo mínimo.

Com relação ao efeito do sistema de preparo do solo nas plantas de cobertura na amostragem realizada na colheita de grãos verificou-se que o milho, sorgo, amaranto e braquiária não diferiram entre os sistemas de preparo de solo. Entretanto, a crotalária teve maior relação C/N quando cultivada no SPC em comparação ao SPD e SCM e amostrada na colheita de grãos.

Boer et al. (2008) trabalhando com milho e amaranto cultivados no SPC e manejados aos 55 dias após o plantio, obtiveram relação C/N de 34:1 e 21:1, respectivamente. Embora o manejo tenha sido realizado antes em comparação a este trabalho, os valores observados para relação C/N são próximos quando comparados. A variação dos valores são devidos

principalmente à diferença entre os teores de N nas espécies vegetais, que podem ter sido igualmente influenciadas pelos sistemas de preparo do solo empregados. Desde modo, o sistema de preparo de solo realizado antes do plantio das culturas de cobertura em safrinha podem acarretar em maior ou menor tempo de permanência dos resíduos sobre o solo, devido a relação C/N do material vegetal.

Na amostragem realizada na colheita de grãos verificou-se que o sorgo cultivado em SPD teve maior relação C/N quando comparado com as demais plantas de cobertura. O milho e a crotalária não diferiram entre si, entretanto, o amaranto e a braquiária tiveram a menor relação C/N quando cultivados no SPD. A crotalária cultivada no SPC teve maior relação C/N quando comparada ao SPD e SCM. O sorgo e o milho não diferiram entre si, e o amaranto e braquiária tiveram menor relação C/N quando cultivados no SPC. O sorgo teve maior relação C/N em comparação com as demais plantas de cobertura quando cultivada no SCM e amostrada na colheita de grãos. Isso denota o potencial destas plantas de cobertura para manutenção da cobertura do solo, devido à maior permanência dos seus resíduos no solo.

Quando comparados o efeito da época de amostragem dentro dos sistemas de preparo do solo e das plantas de cobertura, verificou-se que no SPD e SCM o sorgo teve maior relação C/N quando amostrado na colheita de grãos em relação à amostragem realizada no florescimento. A crotalária cultivada no SPD e SPC e amostrada na colheita de grãos teve maior relação C/N em comparação ao florescimento. Para as demais plantas de cobertura não foi verificada interação entre a época de amostragem e o sistema de preparo do solo.

Torres et al. (2008), em trabalho realizado com milho, sorgo, crotalária e braquiária semeados no mês de abril (safrinha) cultivados no SPC e manejados aos 110 dias após o plantio, observaram relação C/N de 25, 34, 18 e 20:1, respectivamente, valores estes próximos aos observados neste estudo, onde a semeadura das culturas foi realizado no mês de fevereiro.

## 4.4 Acúmulo de micronutrientes

### 4.4.1 Zinco

Não houve interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo de solo e épocas de amostragem das plantas de cobertura para o acúmulo de Zn. Porém, foram observadas interações significativas entre sistemas de preparo do solo x plantas de cobertura e plantas de cobertura x época de amostragem.

O milho teve maior acúmulo de Zn no SPD em relação ao SPC e SCM. O sorgo e a braquiária não apresentou diferença em função dos sistemas de preparo de solo. A crotalária e o amaranto acumularam mais Zn na biomassa seca no SCM em relação ao SPC e SPD (Tabela 10).

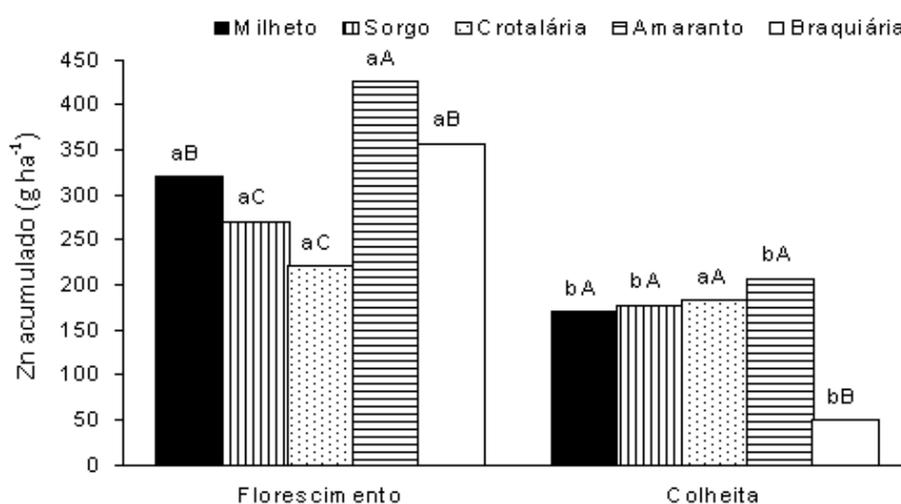
Ao avaliar o efeito das plantas de cobertura dentro de cada sistema de preparo do solo, verificou-se que o milho acumulou maior quantidade de Zn na biomassa seca em relação às demais plantas de cobertura no SPD. O milho, sorgo e amaranto tiveram maior acúmulo de Zn no SPC em relação à crotalária e braquiária. No SCM o amaranto teve maior acúmulo de Zn na biomassa seca, e a crotalária acumulou maiores quantidades de Zn em relação às gramíneas no SCM.

**Tabela 10.** Zinco na biomassa seca em função dos sistemas de plantio direto (SPD), plantio convencional (SPC) e cultivo mínimo (SCM) em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Zinco (g ha <sup>-1</sup> )		
	SPD	SPC	SCM
Milho	304,76 aA	249,13 bA	183,33 cC
Sorgo	247,90 aB	230,76 aA	193,97 aC
Crotalária	183,76 bC	173,55 bB	247,53 aB
Amaranto	224,66 cC	283,47 bA	440,48 aA
Braquiária	225,55 aC	214,50 aB	173,03 aC

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% pelo Teste de Scott-Knott.

Na amostragem realizada no florescimento as plantas de cobertura tiveram maior acúmulo de Zn na biomassa seca em relação à amostragem realizada na colheita de grãos, exceto para a crotalária, que não diferiu entre as duas épocas de avaliação (Figura 4). No florescimento o amaranto acumulou maior quantidade de Zn na biomassa seca. O milho e a braquiária tiveram maior acúmulo em relação ao sorgo e a crotalária. Já na colheita de grãos, a braquiária teve o menor acúmulo de Zn na biomassa seca em relação às demais plantas de cobertura.



**Figura 4.** Zinco na biomassa seca das plantas de cobertura em função da época de amostragem em Sorriso – MT, 2009.

\*Letras maiúsculas iguais dentro de cada época e letras minúsculas iguais entre as épocas não diferem pelo Teste de Scott-Knott a 1%.

#### 4.4.2 Cobre

A quantidade de cobre acumulada na biomassa das plantas de cobertura utilizadas neste estudo apresentou interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem. Quando avaliado o efeito da época de amostragem de forma isolada, verificou-se, que na amostragem realizada no florescimento acumulou 49% a mais de Cu em relação à amostragem realizada na colheita de grãos. No florescimento, o sorgo cultivado no SPD acumulou menores quantidades de Cu na biomassa seca quando comparado a amostragem na colheita de grãos no mesmo sistema de preparo do solo (Tabela 11).

O acúmulo de Cu na biomassa pela crotalária, amaranto e braquiária não diferiram entre os sistemas de preparo do solo quando amostradas no florescimento. Ao avaliar o efeito dos sistemas de preparo no florescimento, verificou-se maior acúmulo de Cu na biomassa no milho cultivado no SPD. Entretanto, o sorgo teve menor acúmulo deste micronutriente quando cultivado no SPD em comparação ao SPC e SCM.

**Tabela 11.** Cobre na biomassa seca em função dos sistemas de preparo do solo e da época de amostragem das plantas de cobertura em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Cobre (g ha <sup>-1</sup> )					
	Florescimento			Colheita		
	SPD	SPC	SCM	SPD	SPC	SCM
Milho	111,16 aA	63,76 bA	52,17 Ba	36,97 aB	40,70 aA	35,59 aA
Sorgo	44,96 bC	81,02 aA	77,99 Aa	70,77 aA	35,60 bA	46,57 bA
Crotalária	77,92 aB	56,68 aB	64,14 Aa	38,95 aB	45,03 aA	52,41 aA
Amaranto	49,92 aC	41,63 aB	61,49 aA	22,82 aC	25,96 aA	29,62 aA
Braquiária	73,97 aB	68,70 aA	66,73 aA	10,77 aC	9,70 aB	11,24 aB

\*Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna dentro do florescimento e da colheita não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1%. SPD – Sistema de plantio direto; SPC – sistema de plantio convencional e SCM - sistema de cultivo mínimo.

Ao avaliar o efeito do sistema de preparo de solo dentro das plantas de cobertura na amostragem realizada no florescimento, verificou-se maior acúmulo de Cu na biomassa seca do milho em relação às demais plantas de cobertura no SPD. As menores quantidades acumuladas de Cu foram observadas no sorgo e no amaranto no SPD. A crotalária e o amaranto quando amostradas no florescimento tiveram menor acúmulo de Cu no SPC em relação às gramíneas utilizadas neste estudo. No SCM as plantas de cobertura não diferiram entre si na amostragem realizada no florescimento.

Na amostragem realizada na colheita de grãos, o milho, crotalária, amaranto e braquiária não diferiram em função do sistema de preparo de

solo e o sorgo teve maior acúmulo de Cu na biomassa seca quando foi cultivado no SPD em relação ao SPC e SCM.

Ao avaliar o efeito do sistema de preparo dentro das plantas de cobertura na amostragem realizada na colheita de grãos, verificou-se maior acúmulo de Cu na biomassa seca do sorgo em relação às demais plantas de cobertura quando cultivado no SPD. O amaranto e a braquiária acumularam menores quantidades de Cu na biomassa seca no SPD em relação ao milho, sorgo e a crotalária.

#### **4.4.3 Ferro**

Não foi observada interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem. Sendo somente observadas interações entre sistemas de preparo do solo x plantas de cobertura, plantas de cobertura x época de amostragem e sistemas de preparo x época de amostragem das plantas de cobertura.

O sorgo e o amaranto não diferiram entre os sistemas de preparo de solo. A crotalária e a braquiária tiveram maior acúmulo deste micronutriente quando cultivados no SCM em relação ao SPD e SPC. Entretanto, o milho teve o menor acúmulo de Fe quando cultivado no SCM (Tabela 12). Evidenciando desta forma, que as plantas de cobertura acumularam maiores ou menores quantidades de Fe em função do sistema de preparo do solo realizado antes da semeadura.

Ao avaliar o efeito do sistema de preparo do solo dentro das plantas de cobertura, verificou-se que o amaranto cultivado no SPD e SPC teve menor acúmulo de Fe na biomassa seca em relação às demais plantas de cobertura. A braquiária cultivada no SCM teve maior acúmulo de Fe na biomassa seca em relação às demais plantas de cobertura. Já o sorgo e a crotalária acumularam maiores quantidades de Fe na biomassa seca em relação ao milho e amaranto, quando cultivadas no SCM.

**Tabela 12.** Ferro na biomassa seca em função dos sistemas de plantio direto (SPD), preparo convencional (SPC) e cultivo mínimo (SCM) em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Ferro (g ha <sup>-1</sup> )		
	SPD	SPC	SCM
Milheto	938,05 aA	751,03 aA	428,40 bC
Sorgo	961,01 aA	957,98 aA	1055,98 aB
Crotalária	868,57 bA	848,93 bA	1336,57 aB
Amaranto	389,74 aB	476,74 aB	585,54 aC
Braquiária	1071,93 bA	1306,85 bA	2252,70 aA

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% pelo Teste de Scott-Knott.

O sorgo e a crotalária amostrados na colheita de grãos tiveram maior acúmulo de Fe na biomassa seca em comparação à amostragem realizada no florescimento. Por outro lado, o amaranto e a braquiária tiveram maior acúmulo de Fe no florescimento (Tabela 13). Ao avaliar o efeito da época de amostragem dentro das plantas de cobertura, verificou-se que a braquiária amostrada no florescimento teve maior acúmulo de Fe na biomassa seca em comparação as demais plantas de cobertura. Quando a amostragem foi realizada na colheita de grãos verificou-se maior acúmulo de Fe na biomassa do sorgo e da crotalária, e os menores acúmulos no amaranto e na braquiária.

**Tabela 13.** Ferro na biomassa seca das plantas de cobertura em função da época de amostragem em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Ferro (g ha <sup>-1</sup> )	
	Florescimento	Colheita
Milheto	767,17 aB	644,48 aB
Sorgo	789,00 bB	1194,31 aA
Crotalária	817,55 bB	1218,50 aA
Amaranto	632,99 aB	334,79 bC
Braquiária	1823,35 aA	264,30 bC

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 1% pelo Teste de Scott-Knott.

No SPC e SCM as plantas de cobertura acumularam menores quantidades de Fe na biomassa seca na amostragem realizada na colheita de grãos. O SPD não diferiu entre as duas épocas de avaliação empregadas. Na amostragem realizada no florescimento o SCM teve maior acúmulo de Fe na biomassa seca em relação aos demais sistemas de preparo do solo. Já, na amostragem realizada na colheita de grãos, os sistemas de preparo do solo não diferiram quanto ao acúmulo de Fe na biomassa seca (Tabela 14).

**Tabela 14.** Ferro na biomassa seca em função dos sistemas de preparo do solo e da época de amostragem das plantas de cobertura em Sorriso – MT, 2009

Sistemas de preparo	Épocas	
	Florescimento	Colheita
Plantio Direto	913,87 aB	777,85 aA
Plantio Convencional	1068,68 aB	667,8 bA
Cultivo Mínimo	1515,49 aA	748,18 bA

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% pelo Teste de Scott-Knott.

#### 4.4.3 Manganês

Não houve interação significativa entre plantas de cobertura, sistemas de preparo do solo e época de amostragem, sendo somente observadas interações entre sistemas de preparo do solo x plantas de cobertura e plantas de cobertura x época de amostragem.

Ao avaliar o efeito do sistema de preparo do solo dentro de cada planta de cobertura, verificou-se que o sorgo, crotalária e braquiária não diferiram na quantidade de Mn acumulado na biomassa seca em função dos sistemas de preparo do solo. O milho acumulou maior quantidade de Mn na biomassa seca cultivado no SPD em relação ao SPC e ao SCM. Já o amaranto acumulou maior quantidade de Mn na biomassa seca quando cultivado no SCM em relação ao SPD e SPC (Tabela 15).

**Tabela 15.** Manganês na biomassa seca em função dos sistemas de plantio direto (SPD), preparo convencional (SPC) e cultivo mínimo (SCM) em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Manganês (g ha <sup>-1</sup> )		
	SPD	SPC	SCM
Milheto	329,23 aA	223,59 bA	116,70 cC
Sorgo	181,28 aB	151,19 aB	154,82 aB
Crotalária	141,89 aB	152,94 aB	171,10 aB
Amaranto	122,48 bB	125,11 bB	224,47 aA
Braquiária	172,16 aB	167,77 aB	142,95 aC

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% pelo Teste de Scott-Knott.

Com relação ao efeito do sistema de preparo dentro das plantas de cobertura, verificou-se que no SPD e SPC o milho acumulou 47% e 66%, respectivamente, a mais de Mn na biomassa seca em relação às demais plantas de cobertura. O amaranto cultivado no SCM acumulou a maior quantidade de Mn na biomassa seca. Já o sorgo e a crotalária acumularam 32% e 24%, respectivamente, a menos em relação ao amaranto. O milho e a braquiária acumularam as menores quantidades de Mn na biomassa seca quando cultivadas no SCM em relação ao sorgo, crotalária e ao amaranto.

O milho e a crotalária não diferiram entre as duas épocas de amostragem empregadas. Entretanto, houve maior acúmulo de Mn na biomassa seca na amostragem realizada no florescimento para o sorgo, amaranto e braquiária em relação à amostragem realizada na colheita de grãos (Tabela 16).

Quando comparado o acúmulo de Mn na biomassa pelas plantas de cobertura em cada época de amostragem, verificou-se maior acúmulo de Mn no florescimento na biomassa seca do milho e da braquiária em relação ao sorgo, crotalária e o amaranto. O milho, sorgo e crotalária não diferiram na amostragem realizada na colheita de grãos. A braquiária teve o menor acúmulo de Mn na biomassa seca em relação às demais plantas de cobertura. De certa forma, o menor acúmulo de Mn na braquiária era esperado, pois a mesma teve a menor produção de biomassa seca na

colheita de grãos em relação às demais plantas de cobertura (1.573 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca).

**Tabela 16.** Manganês na biomassa seca das plantas de cobertura em função da época de amostragem das plantas de cobertura em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Manganês (g ha <sup>-1</sup> )	
	Florescimento	Colheita
Milheto	245,37 aA	200,97 aA
Sorgo	194,90 aB	129,96 bA
Crotalária	151,74 aB	158,87 aA
Amaranto	205,62 aB	109,09 bB
Braquiária	257,04 aA	64,87 bC

\*Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 1% pelo Teste de Scott-Knott.

#### 4.5 Rendimento de grãos

Em relação ao rendimento de grãos o efeito do sistema de preparo do solo dentro das plantas de cobertura foi marcante para o sorgo no SPD em relação aos demais sistemas de preparo de solo utilizados. O milho, crotalária e o amaranto não diferiram estatisticamente entre os sistemas de preparo empregados (Tabela 18).

A introdução de novas espécies de plantas de cobertura na região do Cerrado, com elevada produção de biomassa seca no momento da colheita de grãos, aliada ao alto rendimento de grãos em safrinha deve ser constante, buscando desta forma, maior diversificação da produção de grãos. Vale ressaltar que, embora o amaranto tenha apresentado baixa produção de biomassa seca na amostragem realizada na colheita de grãos, este apresentou bom rendimento de grãos. Deste modo, a busca por novas alternativas deve ser constante, ocasionando uma maior diversificação da cadeia produtiva.

**Tabela 18.** Rendimento de grãos das plantas de cobertura em função dos sistemas de plantio direto (SPD), preparo convencional (SPC) e cultivo mínimo (SCM) em Sorriso – MT, 2009

Espécie	Rendimento de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )		
	SPD	SPC	SCM
Milheto	2800,6 a	2869,3 a	2402,3 a
Sorgo	5981,3 a	3020,0 b	3372,0 b
Crotalária	1796,0 a	1791,3 a	1633,0 a
Amaranto	801,0 a	947,6 a	1032,3 a
Braquiária <sup>1</sup>	--	--	--

\*Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si a 5% pelo Teste de Scott-Knott; <sup>1</sup>não foi avaliado.

O rendimento de grãos obtido neste trabalho pode ser considerado como alto, pois não foi realizada nenhuma aplicação de fertilizantes no plantio e em cobertura, deste modo, as plantas de cobertura foram eficientes em retirar do solo os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Dourado et al. (2001) trabalhando com *Crotalaria juncea* submetida a poda e diferentes níveis de adubação fosfatada não verificou efeito das variáveis analisadas. Os mesmos autores obtiveram rendimento de grãos da crotalária de 610 kg ha<sup>-1</sup>, valores estes aquém dos encontrados neste trabalho, independente do sistema de preparo do solo em que foi cultivada.

Spehar et al. (2003), em trabalho realizado com amaranto cultivar BRS Alegria cultivado em safrinha após o cultivo da soja em Goiás, obteve rendimento de grãos de 2.000 kg ha<sup>-1</sup>, com aplicação de 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

## **5 CONCLUSÕES**

1. A produção de biomassa seca das plantas de cobertura variou com o sistema de preparo de solo e a época de amostragem.
2. A produtividade de grãos não foi alterada em função do sistema de preparo de solo, exceto para o sorgo que teve maior produtividade no sistema de plantio direto.
3. O acúmulo de macro e micronutrientes na biomassa seca das plantas de cobertura variou com o preparo de solo e com a época de amostragem.
4. Na amostragem realizada na colheita de grãos a crotalária teve maior acúmulo de N na biomassa seca em relação às gramíneas.
5. O amaranto apresenta alto potencial produtivo para cultivo em safrinha nas condições de Cerrado.
6. A relação C/N das plantas de cobertura foi maior na amostragem realizada na colheita de grãos.
7. Mais pesquisas com plantas de cobertura enfocando o acúmulo de nutrientes na biomassa seca são necessárias para a região Centro-Oeste.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOUD, A.C.S.; DUQUE, F.F. Caracterização de leguminosas com potencial para a adubação verde no período da seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Campinas. **Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.99-100. 1995.

AGUIAR, R.A.; SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J.A.A.; TROVO, J.B.F. Manejo do solo utilizando plantas de cobertura, híbridos e nitrogênio na produtividade do milho. **Bioscience Journal**, v.25, p.15-22, 2009.

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

AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVINATO, A.; BAYEWR, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.101-108, 1994.

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**, v.27, p.601-612, 2003.

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n. 2, p.277-288, 2000.

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

AMABILE, R. F.; CORREIA, J. R.; FREITAS, P. L. de; BLANCANEUX, P.; GAMALIEL, J. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca

(Manihot esculenta Crantz). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p.1193-1199, 1994.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p.553-560, 2000.

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 no solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p.241-248, 2002.

ASSIS, R.L.; MACEDO, R.S.; PIRES, F.R.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVA, G.P.; PAIVA, F.C.; GOMES, G.V.; CARGNELUTTI FILHO, A. Dinâmica de decomposição de espécies utilizadas como plantas de cobertura, cultivadas em safrinha, no Cerrado do sudoeste goiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., Recife, 2005. **Anais...** Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. CD-ROM.

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).

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal : FUNEP, 1995. 247p.

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**, v.22, p.705-712, 1998.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.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**, v.32, 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**, v.42, p.1269-1276, 2007.

BORTOLUZZI, E.C.; ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.449-457, 2000.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. da; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins

braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.

CAIRES, E.F.; GARBUIO, F.J.; ALLEONI, F. & CAMBRI, M.A. Calagem superficial e cobertura de aveia-preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.87-98, 2006.

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

CARPIM, L.K.; ASSIS, R.L.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVA, G.P.; PIRES, F.R.; PEREIRA, V.C.; GOMES, G.V. e SILVA, A.G. Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2813-2819, 2008.

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

CAZETTA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, p.575-580, 2005.

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

CHAGAS, E.; ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.M.G. Decomposição e liberação de nitrogênio, fósforo e potássio de resíduos da cultura do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.723-729, 2007.

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

CHIEN, S.H.; MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fertilizer Research**, v.41, p.227-234, 1995.

COBUCCI, T. **Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto**. In: ZAMBOLIN, L. Manejo Integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV, p.583-624. 2001.

CORRÊA, J.C.; HOFFMANN, H.P.; MONQUERO, P.; CASAGRANDE, J.C.; PUGA, A.P. Efeito do intervalo de dessecação antecedendo a semeadura do

milho e do uso de diferentes espécies de plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.739-746, 2008.

CORRÊA, J.C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C.A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1231-1237, 2004.

CORRÊA, J.C.; SHARMA, R.D. Produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto no Cerrado com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.41-46, 2004.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1553-1560, 2007.

DE-POLLI, H.; CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.287-293, 1989.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.8, p.253-263, 1986.

DICKEY, E.C.; SIEMENS, J.C.; JASA, P.J. et al. Tillage system definitions. In: CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS AND MANAGEMENT: CROP RESIDUE MANAGEMENT WITH NO-TILL, RIDGE-TILL, MULCH-TILL. **Ames: Midwest Plan Service**, 1992. p.5-7.

DOURADO, M.C.; SILVA, T.R.B.; BOLONHEZI, A.C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Scientia Agricola**, v.58, p.287-293, 2001.

DUDA, G.P.; GUERRA, J.G.M.; MONTEIRO, M.T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M.G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, v.60, p.139-147, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, p.412, 1999.

ERASMO, E.A.L.; DOMINGOS, V.D.; SARMENTO, R.A.; SPEHAR, C.R. Avaliação de espécies alternativas produtoras de grãos e matéria seca para uso no sistema plantio direto no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.20, p.27-34, 2004.

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

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B.; PENARIOL, F.G.; NASCIMENTO, E.S. Desempenho da cultura do milho em função de épocas de semeadura e do manejo de corte da parte aérea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p.391-401, 2004.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Evolução do plantio direto no Brasil**. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html>. Acesso em: 21 setembro de 2009.

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, 2000, 66p.

FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.627-636, 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**, v.31, p.1421-1428, 2007.

HASS, F.O.D. Aspectos básicos de fertilidade sob plantio direto. In: CURSO sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto: **resumos de palestras**. Passo Fundo, Aldeia Norte, 1999. p.19-31.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T.J.C.; FANCELLI, A.L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.331-340, 2001.

HOLTZ, G.P. **Dinâmica da decomposição da palhada e a distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí/PR**. 1995, 129 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

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

MACHADO, A. L. T; REIS, A.V.; MORAES, M.L.B. et al. **Máquinas de preparo do solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais**. Pelotas: 2ed. Editora e Gráfica Universitária-UFPel. 2005. 253p.

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

MANNA, M.C.; SWARUP, A.; WANJARI, R.H.; RAVANKAR, H.N.; MISHRA, B.; SAHA, M.N.; SINGH, Y.V.S.; SAHI, D.K.; SARAP, P.A. Long-term effect of fertilizer and manure application on soil organic carbon storage, soil quality and yield sustainability under sub-humid and semi-arid tropical India. **Field Crops Research**, v.93, p.264-280, 2005.

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

MOORE, A.M. Temperature and moisture dependence of decomposition rates of hard-wood and coniferous leaf litter. **Soil Biological Chemical**, v.18, p.427-435, 1986.

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

MORETI, D.; ALVES, M.C.; VALÉRIO-FILHO, W.V.; CARVALHO, M.P. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.167-175, 2007.

MURAIISHI, C.T.; LEAL, A.J.F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L.R.; GOMES JUNIOR, F.G.G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, p.199-207, 2005.

MUZILLI, O. **Fertilidade do solo em plantio direto**. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V. & MACHADO, J., eds. Atualização em plantio direto. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.147-160.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; SILVA, E.B.; SANTOS, N.F. COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.943-948, 2006.

OLIVEIRA, T.K. **Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2001. 109p.

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**, v.37, p.1079-1087, 2002.

PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP**. 2002, 53p. Dissertação (Mestrado em

Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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**, v.39, p.35-40, 2004.

PISSAIA, A.; SADA, S. Y.; YORINORI, N. A. Comparação de cultivo de sorgo granífero. **Agrárias**, Curitiba, v.21, p.97-102. (1992/1993).

ROSA, D.P. **Comportamento dinâmico e mecânico do solo sob níveis diferenciados de escarificação e compactação**. 2007, 112 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 122 p.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2003.

SÁ, J.C.M. **Manejo de fertilidade do solo em plantio direto**. Fundação ABC, Carambeí, Castro/PR, 1993, 96p.

SÁ, J.C.M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NA UFV, 1., Viçosa, 1998. **Resumo de palestras...** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p.19-61, 1998.

SCALEÁ, M.J. Perguntas e respostas sobre o plantio direto. **Informações Agronômicas**, v.83, p.1-8, 1998.

SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M.E.C.; TRIVELIN, P.C.O. Aproveitamento do nitrogênio (15N) da crotalária e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, v.36, p.739-746, 2006.

SILVA, G.F.; ERASMO, E.A.L.; SARMENTO, R.A.; SANTOS, A.R.; AGUIAR, R.W.S. Potencial de produção de biomassa e matéria seca de milheto (*Pennisetum americanum* Schum.), em diferentes épocas no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.19, p.31-34, 2003.

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**, v.32, p.649-654, 1997.

SILVA, M.M.; ALVES, M.C.; SOUSA, A.P.; FERNANDES, F.C.S. Plantas de cobertura e sistemas de preparo: impactos na qualidade física de um solo de Cerrado. **Revista Ceres**, v.56, p.103-111, 2009.

- SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1269-1275, 2001.
- SIQUEIRA, J.O.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnology do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília, Ministério da Educação e Cultura, 1988, 256 p.
- SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.
- SOARES, J.L.N.; ESPINDOLA, C.R.; CASTRO S.S. Alteração física e morfológica em solos cultivados sob sistema tradicional de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.29, p.1005-1014, 2005.
- SODRÉ-FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.327-334, 2004.
- SOUZA, Z.M. **Propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro de Selvíria-MS sob diferentes usos e manejos**. Ilha Solteira, Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. 2000, 126p.
- SPEHAR, C.R.; TEIXEIRA, D.L.; LARA CABEZAS, W.A.R.; ERASMO, E.A.L. Amarantho BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, 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** [online]. v.65, p.121-127, 2006.
- TABOSA, J. N.; FRANÇA, J. G. E; SANTOS, J. P. O; MACIEL, G. A.; LIRA, M. de A.; ARAÚJO, M. R. A.; GUERRA, N. B. Teste em linhas de sorgo no semi-árido de Pernambuco para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p.1385-1390, 1993.
- TEIXEIRA, D. L.; SPEHAR, C. R.; SOUZA, L. A. C. Caracterização agronômica de amarantho para cultivo na entressafra no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.45-51, 2003.
- TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.C.; FURTINI NETO, A.E.; ANDRADE, M.J.B.; MARQUES, E.L.S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência Agrotécnica**, v.29, p.93-99, 2005.
- TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSARD, B.L. Mulching effect of plant residues with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrients accumulation. **Plant and Soil**. v.153, p.179-187, 1993.

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.** Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2003. 108p. (Tese de Doutorado)

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1609-1618, 2008.

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**, v.29, p.609-618, 2005.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. & PAULA, J.C. Efeito da temperatura do ar e precipitação pluviométrica na decomposição de plantas de cobertura no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO, 31., Gramado, 2007. **Anais...** Gramado, SBCS/UFRGS, 2007. CD-ROM.

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**, v.43, p.421-428, 2008.

UEMURA, Y.; URBEN FILHO, G.; NETTO, D.A.M. Pearl millet as a cover crop for no-till soybean production in Brazil. **International Sorghum Millet Newsletter**, v.487, p.141-143, 1997.

WUTKE, E.B. **Adubação Verde, manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo.** In: WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, H.A.A. Curso de adubação verde no Instituto Agrônômico. Instituto Agrônômico, p.17-29, 1993.

YEOMANS, J. C.; BREMMER, J. M. A. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)