

MATHEUS CALDEIRA BRANT

**Decomposição de forrageiras sob doses de glyphosate e
níveis de sombreamento**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Vegetal, concentração em Produção Vegetal, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi Santos
Coorientadora: Prof.^a Leidivan Almeida Frazão

Montes Claros

2015

Brant, Matheus Caldeira

**C837 Decomposição de forrageiras sob doses de glyphosate e
i níveis de sombreamento**

2010

80 f: il.

**Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal, área de
concentração em Fitotecnia) - Universidade Federal de Minas
Gerais, 2014.**

Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi Santos.

**Banca examinadora: José Barbosa dos Santos, Márcia
Vitória Santos, Leidivan Almeida Frazão, Leonardo David Tuffi
Santos.**

Inclui bibliografia: f 68-79.

**1. Sombreamento - cobertura do solo - degradação,
microrganismos do solo - dessecação. I. Tuffi Santos,
Leonardo David. II. Universidade Federal de Minas Gerais,
Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.**

CDU: 636.2

Elaborada pela Biblioteca Comunitária do ICA/UFMG

MATHEUS CALDEIRA BRANT

DECOMPOSIÇÃO DE FORRAGEIRAS SOB DOSES DE GLYPHOSATE E
NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

.....
Prof. Dr. Leonardo David Tuffi Santos

(Orientador – UMFG/ICA)

Aprovada em 23 de fevereiro de 2015.

Montes Claros

2015

“Não são os anos em sua vida que contam. É a vida em seus anos.”

(Abraham Lincoln)

A minha família, pela sustentação nessa caminhada.

**Ao professor, Leonardo David Tuffi Santos pelos exemplos
profissionais e pessoais.**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e oportunidades dadas.

A minha família, por todo o apoio e compreensão durante a condução deste trabalho.

Ao professor Leonardo, pelos sete anos de amizade, paciência, ensinamentos e valores que serão levados por toda a vida.

Aos colegas do Laboratório de Biologia e Manejo Integrado de Plantas Daninhas – ICA/UFMG, do GESAFs onde tudo teve início, e do GPPLAN, por toda a contribuição nos trabalhos e pensamentos.

À professora Leidivan, pela presteza e ajuda para o sucesso desse trabalho.

Aos amigos de Bocaiúva, pela força e apoio incondicionais.

Ao Instituto de Ciências Agrárias da UFMG e a todos os seus funcionários, pela acolhida e contribuição nos anos de graduação e mestrado.

A CAPES pela bolsa de estudos a mim concedida.

O meu sincero OBRIGADO!

RESUMO

O conhecimento da dinâmica da degradação da palhada de plantas forrageiras para cobertura do solo é fundamental para se manter os benefícios trazidos por essas plantas em sistema de plantio direto. Nos sistemas integrados, onde não há revolvimento do solo, a manutenção da cobertura morta pode ser influenciada pelo manejo adotado para formação da mesma, pela espécie utilizada e pelo ambiente. No presente estudo buscou-se avaliar a influência do ambiente de cultivo e das doses de glyphosate usadas na dessecação de duas forrageiras sobre a formação de palhada, sua decomposição e na atividade microbiana do solo. Foram realizados dois ensaios, sendo um para capim-piatã (*Urochloa brizantha* cv. Piatã) e outro para capim-tanzânia (*Megathyrus maximus* cv. Tanzânia). Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos casualizados, no esquema fatorial 2 X 6, com quatro repetições para cada forrageira. O fator I foi representado por dois ambientes de cultivo (a pleno sol e sob 50% de sombra) e o fator II por seis doses de glyphosate, (0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹) usado na dessecação das forrageiras. A produtividade de massa seca do capim-piatã foi influenciada pela presença do sombreamento. Plantas cultivadas à sombra mostraram-se mais suscetíveis às doses herbicidas, no entanto, não foram notadas influências das doses herbicidas na degradação da palha; o sombreamento reduziu essa variável para as duas forrageiras. A aplicação das doses de herbicida alteraram a liberação de CO₂ acumulado nas amostras de solo, com exceção às amostras do capim-tanzânia cultivado à sombra. O cultivo de capim-piatã e capim-tanzânia sob 50% de sombra permite redução das doses de glyphosate para dessecação, sendo a sombra, capaz de retardar a degradação da palhada das duas forrageiras. Em ambiente sombreado há maior respiração da biomassa microbiana.

Palavras-chave: cobertura do solo, degradação, dessecação, microrganismos do solo, sombreamento.

ABSTRACT

Knowledge of straw degradation dynamics of forage plants for ground cover is essential to keep the benefits provided by these plants in no-till system. In integrated systems where there is no soil disturbance, maintaining mulch can be influenced by the management adopted to form it, by the species used and by the environment. In the present study we sought to evaluate the influence of the culture environment and the glyphosate doses used for the drying of both forages on the formation of straw, its decomposition and in the soil microbial activity. Two experiments were conducted, one for *Piatã* grass (*Urochloa brizantha* cv. *Piatã*) and one for Tanzania grass (*Megathyrsus maximus* cv. *Tanzania*). The experiments were conducted in randomized blocks, in factorial scheme 2 x 6, with four repetitions for each forage. Factor I was represented by two cultivation environments (full sun and under 50% of shade) and factor II for six doses of glyphosate (0, 360, 720, 1080, 1440 and 1800 g ha⁻¹) used in drying fodder. The productivity of dry mass of *Piatã* grass was influenced by the presence of shading. Plants cultivated in the shade were more susceptible to herbicide doses, however, influences of herbicide doses in the straw degradation were not observed; the shading reduced this variable for both forages. The application of herbicide doses altered the release of accumulated CO₂ in the soil samples, except the Tanzania grass samples grown in the shade. The *Piatã* grass and Tanzania grass cultivation under 50% of shade allows reduction of glyphosate doses to dry, being the shadow capable to slow the degradation of the two forages' straw. In the shaded environment there is more microbial biomass breathing.

Keywords: land cover, degradation, drying, soil microorganisms, shading.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Produtividade (t ha⁻¹) de massa fresca e seca do capim-piatã a pleno sol e sob sombra de 50%.....28
- Figura 2 - Produtividade (t ha⁻¹) de massa fresca e seca do capim-tanzânia a pleno sol e sombreado.....29
- Figura 3 - Controle do capim-piatã submetido a doses 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹de glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 28 dias após aplicação do herbicida.....31
- Figura 4 - Controle do capim-tanzânia submetido a doses 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹de glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 28 dias após aplicação do herbicida....32
- Figura 5 - Biomassa percentual de capim-piatã decomposta, avaliadas aos 13, 30, 45, 60, 75, 90,105 e 120 dias após corte, em ambiente a pleno sol e sombreado.....34
- Figura 6 - Biomassa percentual de capim-tanzânia decomposta, avaliadas aos 13, 30, 45, 60, 75, 90,105 e 120 dias após corte, em ambiente a pleno sol e sombreado.....35
- Figura 7- Liberação de CO₂ acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã após a dessecação com glyphosate 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹de glyphosate em ambiente a pleno sol e 50% de sombra, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....37
- Figura 8 - Liberação de CO₂ acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia após a dessecação com glyphosate 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹de glyphosate em ambiente a pleno sol e 50% de sombra, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....38
- Figura 9 - Média de carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....39

- Figura 10 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....40
- Figura 11 - Média do carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....40
- Figura 12 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....41
- Figura 13 - Média de carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....41
- Figura 14 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....42
- Figura 15 - Média do carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....42
- Figura 16 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.....43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Plantas forrageiras para formação de palhada	14
2.2 Dessecação de plantas forrageiras com glyphosate	16
2.3 Decomposição da palhada na presença do glyphosate	18
2.4 Disponibilidade de luz e a dinâmica da palhada.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Caracterização da área de estudo	22
3.2 Delineamento, procedimentos experimentais e implantação da cultura.....	22
3.3 Determinação da biomassa vegetal	23
3.4 Aplicação do glyphosate e avaliação do controle	24
3.5 Amostragem do solo e determinação dos atributos microbiológicos	24
3.6 Estimativa do percentual remanescente de biomassa	26
3.7 Análises estatísticas e programas computacionais.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Produtividade	28
4.2 Controle das forrageiras por glyphosate.....	30
4.3 Decomposição da palhada de forrageiras dessecadas com glyphosate.....	34
4.4 Atividade microbiana no solo	36
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção, como a integração lavoura, pecuária e/ou floresta, apresentam potencial para melhoria das características químicas e físicas do solo. Adicionalmente, são considerados importantes métodos para recuperação de áreas e pastagens degradadas (SANTOS *et al.*, 2009). Devido ao consórcio da agricultura e pecuária, esse sistema proporciona melhor aproveitamento de tempo, devido ao desenvolvimento conjunto das culturas para finalidades distintas (ALVARENGA; NOCE, 2005).

O uso do Sistema de Plantio Direto na Palha (SPD) possibilita exploração econômica do solo durante boa parte do ano, contribuindo para o aumento da oferta de grãos, carne e leite, com custos reduzidos (KLUTHCOUSKY *et al.*, 2006). Dentre os sistemas integrados de produção, vem crescendo a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), tecnologia que combina o uso do SPD com o consórcio de espécies florestais (SANTOS *et al.*, 2009).

A cobertura permanente do solo é uma das premissas para sucesso dessas tecnologias, que é, muitas vezes, dificultada pela rápida degradação da palha, principalmente em ambientes com altas temperaturas e longos períodos de estiagem. Assim sendo, o correto manejo da biomassa vegetal é necessário para formação de palhada mais duradoura.

No processo de formação de palhada, os gêneros *Urochloa* (Syn, *Brachiaria*) e *Megathyrus* (Syn. *Panicum*) se destacam, por características competitivas favoráveis, como rusticidade, alta produção de sementes viáveis, bem como alta produtividade de biomassa (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010).

O manejo dessas forrageiras para obtenção da cobertura do solo pode ser feito de forma mecânica e, ou com uso de controle químico com aplicação de herbicidas dessecantes, na busca de se evitar a competição entre as espécies consorciadas. O glyphosate é largamente utilizado na dessecação de áreas cultivadas. Isso se deve ao fato desse herbicida ser sistêmico, não

seletivo, de baixo custo, rápida degradação e não apresentar resíduo no solo (SANTOS *et al.*, 2009), além de não ser seletivo a diferentes espécies.

Na dessecação de plantas com glyphosate para formação de palhada há tolerância diferencial entre as espécies que compõe a vegetação da área, o que repercute em diferentes velocidades de senescência (BRIGHENTI *et al.*, 2011). Plantas tratadas com glyphosate apresentam alterações na sua composição de aminoácidos (GOMES *et al.*, 2011) e nutrientes (CARDINALI *et al.*, 2010), o que pode interferir nas velocidades de senescência e decomposição. Adicionalmente, o nível de controle obtido sob diferentes doses e as condições ambientais também interferem na dinâmica da formação e manutenção da palhada.

Um dos maiores benefícios que a palha traz ao sistema, é o incremento da biomassa microbiana do solo (BMS), sendo a parte viva da matéria orgânica do solo que realiza importantes funções como a decomposição dos resíduos adicionados ao solo, contribui para a ciclagem de nutrientes. Entretanto, a biomassa microbiana é sensível às mudanças ambientais e práticas agrícolas diversas, como fertilizações e aplicações de pesticidas, dentre eles os herbicidas (KINNER *et al.*, 2005, WARDLE; PARKINSON, 1991).

Além desses fatores, o sombreamento altera o metabolismo e comportamento das espécies consorciadas (ZANINE; SANTOS, 2004), bem como a atividade de macro e microrganismos presentes no ambiente, o que altera também a ciclagem da matéria orgânica nesses ecossistemas (COSTA-JUNIOR *et al.*, 2008).

Tendo em vista a crescente adoção de sistemas integrados de produção, é necessário conhecer a influência da sombra no comportamento vegetal e de microrganismos decompositores, bem como a relação do herbicida com a decomposição da palha. No entanto, as informações na literatura ainda são escassas.

Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar a produtividade e a decomposição da palha de forrageiras, quando submetida a diferentes doses do herbicida glyphosate, exposta a pleno sol e sob 50% de sombra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas forrageiras para formação de palhada

O uso de técnicas de integração, que busquem a sustentabilidade produtiva, bem como a conservação de recursos ambientais, vem ao encontro da necessidade de recuperação e conservação dos recursos naturais ainda disponíveis à manutenção da agricultura (KLUTHCOUSKY; STONE, 2003).

A sustentabilidade da atividade agrícola está diretamente relacionada com o sistema de produção adotado, como no caso do Sistema de Plantio Direto (SPD) e a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) (BALBINO *et al.*, 2012).

Por princípios básicos das tecnologias, tanto o SPD, como a ILP, proporcionam a conservação do solo e da água, garantindo benefícios recíprocos à agricultura e pecuária, reduzindo efeitos nocivos de cada uma das atividades, como a degradação do solo (KLUTHCOUSKY; STONE, 2003; BALBINO *et al.*, 2012).

Com a evolução do conceito de integração, a inclusão do componente arbóreo à lavoura e à pastagem acrescentou um avanço inovador, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área, de forma sucessiva, consorciada ou rotacionada (BALBINO *et al.*, 2011).

Os conceitos tecnológicos acima citados têm como base o SPD, tecnologia que tem em seu conceito principal o não revolvimento do solo e a presença de palhada mantendo sua cobertura. Para tanto, são cultivados em conjunto, de maneira rotacionada ou consorciada, culturas agrícolas com culturas produtoras de palhada, também usadas como fonte forrageira, a fim de se manter a cobertura permanente do solo (KLUTHCOUSKY *et al.*, 2007).

O tipo ideal de palhada em cultivos com semeadura direta é aquela que permite cobertura do solo por maior tempo possível, bem como o sincronismo do fornecimento de nutrientes e sua decomposição, com a necessidade nutricional da planta de interesse consorciada (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Em sistemas de integração, a época de dessecação e a escolha da espécie vegetal de cobertura são fatores que alteram a fertilidade do solo

(CALONEGO *et al.*, 2005; ROSOLEM *et al.*, 2005) e o desenvolvimento da cultura comercial, o que permite de modo conservacionista a exploração do solo e a produtividade agrícola sustentável (MONQUERO *et al.*, 2010).

Têm-se no Brasil, aproximadamente 180 milhões de hectares de pastagens, nas quais o gênero *Urochloa* corresponde a aproximadamente 80% das áreas (VALLE *et al.*, 2001). Outra espécie de grande relevância na produção de forragem e palha para o SPD é a *Megathyrsus maximus* Jacq., cuja área ocupada corresponde a aproximadamente 20% de todas as pastagens cultivadas no Brasil e a 30% do mercado de sementes forrageiras (ABRASEM, 2013). O uso de cultivares melhorados, como *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia tem sido responsável pela ampliação da área de cultivo forrageiro seja em monocultivo ou em sistemas de ILP e ILPF. São estas boas opções para produção de palhada para o plantio direto, pela alta produção de biomassa, adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras e facilidade de obtenção de sementes de qualidade (SOARES *et al.*, 2009), o que viabiliza o uso dessas forrageiras na cobertura do solo em forma de palhada.

A cobertura do solo é fator primordial para sua conservação, por diminuir a exposição às intempéries climáticas, promover supressão de plantas daninhas e contribuir para a reposição da fertilidade natural dos solos (KLUTHCOUSKY *et al.*, 2006). Nos sistemas consorciados, a técnica utilizada para produção de palhada, bem como a época de dessecação, a dose usada e a escolha da espécie vegetal de cobertura, são fatores que alteram tanto a fertilidade do solo, como a velocidade da decomposição da palha (CALONEGO *et al.* 2005; ROSOLEM *et al.* 2005).

O processo de degradação da palha pode ser influenciado pelo uso de herbicidas não-seletivos de ação sistêmica como o glyphosate, por provocar morte lenta das plantas e atraso na decomposição dessas (AHRENS, 1994).

A velocidade de senescência das plantas, quando submetidas a esses produtos, pode comprometer a demanda nutricional da cultura agrícola consorciada, com a disponibilidade de nutrientes no solo, imobilizados pela biomassa microbiana para decomposição da palha, e consecutivamente o aproveitamento nutricional por plantas cultivadas (ROSOLEM *et al.*, 2007).

Dessa forma, a decomposição da palhada é diretamente influenciada pela espécie utilizada, haja vista suas diferentes composições, principalmente no que se refere à relação Carbono/Nitrogênio (C/N) e a produtividade (FERNANDEZ *et al.*, 2009), pois resíduos com maior conteúdo de C dificultam sua degradação.

2.2 Dessecação de plantas forrageiras com glyphosate

Dentre as técnicas de formação de palhada, o uso da dessecação com herbicidas sistêmicos, como o glyphosate, vem sendo largamente utilizado devido principalmente a sua eficácia, amplo espectro de controle e baixo risco ambiental (SANTOS *et al.*, 2007).

Segundo Galli e Montezuma (2005), o glyphosate é absorvido basicamente pela região clorofilada das plantas (folhas e tecidos verdes) e translocado, preferencialmente pelo floema, para os tecidos meristemáticos. Assim, a relação folha/caule positiva no momento da dessecação repercute em maior área de contato e, conseqüentemente, maior absorção do herbicida pela planta.

Também, a morfologia das folhas influencia a quantidade de produto interceptado e retido, porém a anatomia foliar, características fisiológicas e aditivos nas formulações comerciais, é que determinam a facilidade com que serão absorvidos (PROCÓPIO *et al.*, 2003).

A eficiência de controle dos herbicidas é influenciada pela espécie de planta, seu estágio de desenvolvimento, doses utilizadas e condições no momento da sua aplicação (MARQUES, 2012).

Na maioria dos estudos, a maior concentração de glyphosate com volumes menores de calda tem proporcionado melhor controle de plantas infestantes (JORDAN, 1981; BUHLER; BURNSIDE, 1987; MCWHORTER; HANKS, 1993). Segundo Silva *et al.* (2006), algumas gramíneas são mais tolerantes a herbicidas do que outras, sendo a dose do herbicida empregada, uma ferramenta importante no manejo de espécies daninhas em culturas com maior grau de tolerância.

A dose para controle da *Urochloa decumbens* varia de 2,5 a 4 L ha⁻¹ de herbicida e, para *Megathyrsumaximus*, as doses variam de 1,5 a 5 L ha⁻¹. Brighenti *et al.*(2011), comparando a suscetibilidade diferencial de espécies de *Urochloa*, constataram que o valor de C50 (dose necessária para controle de 50% da população infestante), observado para *U. ruziziensis*, foi de 637,7 g ha⁻¹ de glyphosate, enquanto *U. decumbens* e *U. brizantha* apresentaram valores de 717,3 e 755,6 g ha⁻¹ de glyphosate, respectivamente, para plantas com 0,6 m de altura aproximadamente.

Tanto o controle com doses reduzidas de herbicidas como a suscetibilidade diferencial de espécies são fatores que propiciam economias consideráveis tanto na aplicação como na quantidade de produto usado, havendo variados graus de tolerância aos princípios ativos utilizados (BRIGHENTI *et al.*, 2011)

A tolerância aos herbicidas, assim como a suscetibilidade, são características inatas das espécies. Consiste em sobreviver ou não à aplicação de determinado herbicida, sem ou com alterações marcantes em seu desenvolvimento vegetativo e fisiológico (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2004).

A seleção de espécies tolerantes ao glyphosate se deve a várias possibilidades. D'Anieri *et al.* (1990) e Sandberg *et al.* (1980) ressaltam que a tolerância de plantas ao glyphosate é devido a uma translocação ou absorção diferencial do herbicida. Outros fatores que podem alterar a eficiência da absorção do glyphosate são a rugosidade da superfície das plantas e a presença de ceras epicuticulares que podem alterar a relação do líquido com o ar, inibindo parte da absorção e conseqüentemente, da penetração do produto na planta (GALLI; MONTEZUMA 2005).

Para tanto, tais fatores, como o comportamento de cada espécie às doses herbicida, bem como suas características morfoanatômicas, dadas diferentes condições de cultivo, tendem a alterar o comportamento da palha no solo.

2.3 Decomposição da palhada na presença do glyphosate

O emprego de espécies com elevada produtividade de fitomassa é um dos fatores para que se alcance sucesso do sistema de plantio direto (BRIGHENTI, 2005). Resíduos com maior relação C/N (carbono/nitrogênio), como os de plantas de cobertura, podem ser utilizados para aumentar a disponibilidade de palha para o plantio direto, pois quanto maior essa relação, mais lenta será a sua decomposição (CALEGARI *et al.*, 1993).

O uso das doses de 180 e 360 g ha⁻¹ de glyphosate foram capazes de reduzir em 40% os níveis de lignina com relação à testemunha em experimento com pastagem de *U. decumbens*. Quanto aos teores de celulose, aos 60 dias após aplicação do produto, os seus níveis tiveram aumento significativo pela aplicação das diferentes doses de glyphosate em relação ao tratamento sem aplicação (MESCHÉDE *et al.*, 2011). A celulose é o composto químico e orgânico que existe em maior abundância nas plantas e em toda a superfície terrestre. A variação da concentração de lignina e celulose na palha remanescente à dessecação, conseqüentemente, influenciará a decomposição desta (SOUZA; SANTOS 2002).

Adicionalmente, a qualidade e diversidade dos microrganismos presentes no solo, provocam alterações na qualidade do mesmo, que são influenciados também por ações bioquímicas que nele ocorrem (TIEDJE *et al.*, 1999). A transformação de compostos orgânicos presentes no solo, bem como suas ciclagens, estão fortemente relacionados à biomassa microbiana (SANTOS *et al.*, 2005). Vários fatores alteram a presença e quantidade dos microrganismos no solo, dentre eles o pH, propriedades físicas e químicas, umidade, matéria orgânica, temperatura assim como os sistemas de manejo e outros (ALEXANDER, 1961; BUCKLEY; SCHMIDT, 2001).

Segundo Roslycky (1982), a aplicação do glyphosate no solo não causa danos às populações microbianas. No entanto, Grossbard (1985) observou que, em condições de laboratório, com uso de meio de cultura puro, microrganismos foram inibidos pelo glyphosate, porém ressalta que nas condições de campo, dificilmente tal condição seria repetida, haja vista que a biomassa microbiana utiliza o produto como substrato, entretanto, a

exsudação desse princípio ativo pelo sistema radicular das plantas causa sérios danos aos microrganismos presentes na rizosfera.

Giesy *et al.* (2000) concluíram, após avaliação de risco ecotoxicológico para a molécula de glyphosate, que, nas doses recomendadas, não existem comprovações da ação negativa desse produto na microbiota do solo.

Outros trabalhos em laboratórios também reportam indícios de que o glyphosate pudesse afetar negativamente bactérias fixadoras de nitrogênio, porém, em condições de campo, segundo os autores, ter-se-ia que aplicar concentrações muito além das passíveis de ocorrer (MOORMAN *et al.*, 1992; SANTOS; FLORES, 1995).

Bethlenfalvay *et al.* (1979) concluíram que devido à redução da fotossíntese causada pelo herbicida, pode ocorrer redução temporária da fixação biológica de N_2 , mesmo aplicando as doses recomendadas e com uso dos herbicidas mais seletivos.

Para degradação da molécula do ^{14}C -glyphosate no solo, Santos *et al.*, (2009) detectaram interação microrganismos/planta na eficiência desse processo, assim como Figueiredo *et al.*, (2011) na fixação de ^{15}N em cultivares de soja.

Novos estudos são necessários para conhecer se o glyphosate causa paralisação ou incremento da atividade microbiana no solo e por quanto tempo essas características permanecem após a sua aplicação. Os efeitos do herbicida nos processos de decomposição da palhada não são conhecidos. Ressalta-se o envolvimento dos fatores ambientais, sobre os processos de decomposição e da atividade microbiana.

2.4 Disponibilidade de luz e a dinâmica da palhada

Dentre os sistemas agroflorestais (SAFs), a técnica de ILPF vem crescendo a cada ano. A adoção desses sistemas representa maiores ganhos e segurança aos produtores, tanto por questões econômicas como por questões ambientais e conservacionistas (VILELA *et al.* 2003). Essa tecnologia integra atividades agrícolas e ou de criação de animais com espécies arbóreas de variados propósitos.

Esse consórcio pode propiciar competição entre seus componentes, tanto intraespecífica como interespecífica, principalmente por luz, a qual é fator limitante para o desenvolvimento de algumas espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2010). A proximidade entre plantas faz com que a parte aérea de uma sombreie a parte aérea da outra e/ou seus sistemas radiculares absorvam suas demandas nutricionais do mesmo reservatório do solo (VIEIRA, 1989).

Os efeitos dessa competição são mais drásticos quando o suprimento de recursos disponíveis é menor do que a demanda das culturas consorciadas (MACEDO *et al.*, 2010).

Além de alterar o metabolismo e funcionamento de espécies animais e vegetais, a sombra e a proteção física proporcionada pela estrutura das árvores, criam bioclimas específicos. No que diz respeito às espécies vegetais, a sombra proporciona redução da taxa respiratória, aumento da área foliar, além do aumento da taxa fotossintética por unidade de área foliar (MACEDO *et al.* 2010). Este material sobreposto ao solo, após sua senescência, favorece a manutenção da umidade e junto à sombra das árvores, melhoram o microclima do local, impedindo mudanças acentuadas de temperatura com o passar do tempo (RODRIGUES, 2012).

Além disso, em sistemas de ILPF, ocorre o desenvolvimento da microbiota que participam ativamente da decomposição dos resíduos depositados (NEUPANE & THAPA, 2001; ALFAIA *et al.*, 2004; SHARMA *et al.*, 2009; FONTE *et al.*, 2010). A manutenção e, ou, menor oscilação dos fatores ambientais, favoráveis ao desenvolvimento microbiológico, faz com que o nível da atividade microbiana se mantenha mais estável ao longo dos dias, favorecendo os processos de imobilização e ciclagem de nutrientes (SALTON *et al.*, 2011). Tais condições afetam significativamente as propriedades do solo, como o nitrogênio mineral, o carbono orgânico dissolvido, a biomassa microbiana e sua taxa de respiração basal, comprometendo os processos de decomposição da matéria orgânica (ZHAO *et al.*, 2010).

A presença do componente arbóreo nos sistemas de ILPF, diminui a radiação incidente, diminuindo a evapotranspiração, com a redução da

velocidade dos ventos repercutindo sobre o balanço hídrico do solo (KIRCHNER *et al.*, 2010).

No entanto, são poucos os trabalhos existentes na literatura que explicitem os efeitos de ambiência proporcionada pela sombra à microbiota decompositora e suas influências na degradação da palhada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

Os experimentos foram realizados no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais – ICA/UFMG, localizado em Montes Claros, região norte do estado de Minas Gerais, latitude 16°44'06"S e longitude 43°51'43"O, no período de dezembro de 2013 a outubro de 2014.

O trabalho foi desenvolvido em duas áreas experimentais distintas, um para *Urochloa brizantha* cv. Piatã (Syn. *Brachiaria*) e outro para *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia (Syn. *Panicum*), ambos com o mesmo delineamento experimental e submetidos aos mesmos manejos e avaliações. Para tanto, foram utilizadas duas áreas de pastagens recém formadas com as duas forrageiras.

A área utilizada pelos ensaios passou por coletas de amostras de solo para avaliação química e física e preparo prévio com duas gradagens para formação das pastagens. O solo é classificado como Cambissolo Háplico ena camada de 0-20 cm continha: Ph(H₂O): 6,8; P_{Mehlich}: 2,61 mg dm⁻³; P_{Remanescente}: 31,74 mg L⁻¹; k: 3,48 mg dm⁻³; Ca: 6,1 cmolc dm⁻³; Mg: 1,7 cmolc dm⁻³; Al: 0,00 cmolc dm⁻³; H + Al: 1,3 cmolc dm⁻³; SB: 8,69 cmolc dm⁻³; t: 8,69 cmolc dm⁻³; m: 0%; T: 10,02 cmolc dm⁻³.

Na análise física do solo, os resultados encontrados foram: Areia Grossa: 10,80 dag kg⁻¹; Areia Fina: 19,2 dag kg⁻¹; Silte: 38,00 dag kg⁻¹; Argila: 32,00 dag kg⁻¹.

3.2 Delineamento, procedimentos experimentais e implantação da cultura

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, arranjado em esquema fatorial 2x6, sendo dois ambientes de cultivo (pleno sol sob 50 ± 4,2% de sombra) e seis doses de glyphosate (0 (testemunha), 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate), com quatro repetições para cada um dos dois experimentos. Os ambientes de cultivo das forrageiras foram obtidos por meio de tela sombrite de polipropileno, cor

preta. A interceptação luminosa no ambiente sombreado por sombrite foi aferida por meio de 10 medições pontuais usando o aparelho AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model - LP 80 (Decagon Devices). Cada parcela possuía 4 m² de área útil, com dimensões 2 X 2 m.

A semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Piatã (capim-piatã) e *Megathyrus maximus* cv. Tanzânia (capim-tanzânia), em suas respectivas áreas, foi feita manualmente a lanço, com 6 e 4 Kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis respectivamente, juntamente com adubação de 50 Kg ha⁻¹ de fósforo, na forma de superfosfato simples, seguida de incorporação manual por meio de enxada.

A área experimental foi irrigada periodicamente a cada dois dias, por meio de sistema de micro aspersão, com turnos de rega de três horas, à vazão de 1,2 m³ ha⁻¹ hora até o final do experimento.

Aos 50 e aos 80 dias após semeadura foram realizadas roçadas a 20 cm do solo, com uso de roçadeira costal, com intuito de estimular o perfilhamento das plantas e a uniformização da cobertura vegetal nas áreas experimentais. Após as roçadas foi retirado todo o material cortado e feita adubação de cobertura com 50 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

As plantas daninhas que surgiram nas áreas foram arrancadas com enxada, sempre que necessário, durante todo o período que antecedeu a aplicação dos tratamentos.

3.3 Determinação da biomassa vegetal

A biomassa vegetal produzida foi determinada aos 107 dias após a semeadura (DAS), época correspondente a 27 dias após a última roçada de uniformização, em que foram coletadas plantas contidas em área de 0,25 m² de cada parcela, por meio de quadrado vazado com dimensão de 0,5 x 0,5 m. Para tanto a parte aérea das plantas foram seccionadas rente ao solo e imediatamente pesadas para determinação da massa fresca (MF). Posteriormente, essas foram mantidas em estufa com circulação forçada de ar a 65^o C, até peso constante, para determinação da massa seca (MS).

3.4 Aplicação do glyphosate e avaliação do controle

Aos 108 DAS, procedeu-se a aplicação das doses de glyphosate, com uso de pulverizador costal calibrado a pressão 200 KPa equipado com bico tipo leque modelo Teejet11002. No momento da aplicação, foram usados tapumes, de madeira laminada, entre uma parcela e outra, para evitar deriva da calda aplicada. Aos 28 dias após aplicação (DAA), foram feitas avaliações visuais de controle por quatro avaliadores, atribuindo notas de 0 a 100, em que 0 corresponde à ausência de sintomas de intoxicação e 100 a morte total das plantas. As médias de controle de cada parcela foram obtidas pela média aritmética simples dos valores de cada avaliador.

3.5 Amostragem do solo e determinação dos atributos microbiológicos

Aos 7 DAA do glyphosate foram retiradas amostras de solo de cada tratamento, na camada de 0-20cm de profundidade, para determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C), a respiração basal do solo (RBS), além de seu coeficiente metabólico (qCO_2), conforme metodologia proposta por Silva *et al.*, (2007 a b). As amostras de solo foram armazenadas a 4°C (Wardle, 1992) em sacos plásticos com respiradores de papel que permitiam trocas gasosas, até o início das avaliações laboratoriais, cinco dias após coleta.

Para extração da BMS, as amostras de solo foram peneiradas em peneira de 2 mm e retirados os fragmentos animais e vegetais presentes. Para extração do BMS-C, foram adicionados 50 mL de sulfato de potássio (K_2SO_4), a cada amostra, fumigada ou não, as quais foram postas em mesa agitadora a 220 RPM por 30 minutos, seguidas de repouso por mais 30 minutos, sendo a fumigação feita em forno micro-ondas.

Após repouso, foram pipetados das amostras 50 mL e filtrados em filtro de papel, seguindo a parte líquida filtrada para tubo, sendo esta, utilizada para determinação do carbono microbiano. Para isso, foram transferidos de cada amostra 8 mL do filtrado para Erlenmeyer de 250 mL, e adicionados 2 mL da solução 0,066 M de dicromato de potássio, 10 mL de

ácido sulfúrico P.A. e 5 mL de ácido orto-fosfônico P.A., em ordem cronológica, com auxílio de dispersador. Após esfriar, foram adicionados cerca de 70 mL de água deionizada, que após novo resfriamento, foram adicionadas 4 gotas de difenilamina e titulada sob agitação com solução 0,033M de sulfato ferroso amoniacal, passando da coloração púrpura à verde.

Para determinação do carbono (C) das amostras fumigadas e não fumigadas, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$C \text{ (mg C Kg}^{-1} \text{ solo)} = (V_b - V_a) \cdot M \cdot 0,003 \cdot V_1 \cdot 10^9 / P_s \cdot V_2$$

Em que: C = carbono extraído do solo; V_b (mL) = volume do sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da solução controle (branco); V_a (mL) = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra; M = molaridade exata do sulfato ferroso amoniacal; V₁ = volume do extrator (K₂SO₄) utilizado; V₂ = alíquota pipetada do extrato para a titulação; 0,003 – miliequivalente do carbono; P_s (g) = massa de solo seco.

O cálculo BMS-C foi dado através de:

$$\text{BMS-C (mg C microbiano Kg}^{-1} \text{ solo)} = FC \cdot K_c^{-1}$$

Onde: BMS-C = Carbono da biomassa microbiana do solo em mg de C por quilo de solo; FC = Fluxo obtido da diferença entre a quantidade de C (mg Kg⁻¹), da equação anterior, recuperada no extrato da amostra fumigada e a recuperada na amostra não fumigada e K_c – fator de correção.

Na determinação da RBS e qCO₂ utilizou-se as mesmas medidas de determinação de umidade, utilizadas para BMS-C. Amostras previamente pesadas de solo foram postas em recipientes que permitiam seu fechamento hermético e junto a elas, no mesmo recipiente, em frasco separado, 10 mL de NaOH 1 M, de forma que após o fechamento do recipiente, fosse impedido trocas gasosas de CO₂, da mesma forma, em recipientes sem solo, foram postos frascos contendo a mesma solução de NaOH que serviam como controle (branco). Após o preparo das amostras eram anotadas as datas e

horas de início de cada incubação, para cálculo da respiração basal do solo. As amostras foram mantidas protegidas da presença de luz, incubadas por intervalos de 24, 48,48,48,48,72,72,120 e 120 horas.

Para quantificação do CO₂ respirado, após o processo de incubação, foram adicionados 2 mL de BaCl₂10% (m/v) para completa precipitação do CO₂. À amostra a ser titulada foram adicionadas duas gotas de fenolftaleína 1% (m/v) e titulada sob agitação, com solução de 0,5 M de ácido clorídrico posteriormente padronizada. As amostras, após titulação, passavam da cor rosa à incolor quando atingiam ponto de viragem. O cálculo da respiração basal do solo foi dado pela equação:

$$\text{RBS (mg de C-CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ solo hora}^{-1}) = ((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / (P_s) / T$$

Em que: RBS = Carbono oriundo da respiração basal do solo; V_b (mL) = Volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução controle (branco); V_a (mL) = Volume gasto na titulação da amostra; M = molaridade exata do HCL; P_s (g) = Massa de solo seco e T= Tempos de incubação da amostra em horas.

Já o qCO₂ foi encontrado através da aplicação da fórmula:

$$q\text{CO}_2 = \text{RBS (mgC - CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \text{ solo} \cdot \text{h}^{-1}) / \text{BMS - C (mgC} \cdot \text{Kg}^{-1} \text{ solo)} \cdot 10^{-3}$$

3.6 Estimativa do percentual remanescente de biomassa

Para avaliação da decomposição da biomassa, aos 15 DAA, foram coletadas plantas cortadas rente ao solo de cada tratamento, as quais foram picadas com 5 cm de comprimento e postas em sacos de polietileno *litter bags* (YOUNG, 1989 e THOMAS; ASAWAKA., 1993) com 15 x 25 cm de área, de forma a ficarem dois sacos por parcela. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até que atingissem peso constante, que foi aferido em balança de precisão com 4 casas decimais. Em seguida, os sacos foram dispostos às respectivas

parcelas de origem da palha, permanecendo um dos *bags* em contato com o solo e outro sobre a palha remanescente, que foram utilizados para obtenção das médias por parcela.

Aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após exposição ao campo, estes foram secos em estufa, com circulação forçada de ar a 65° C, até peso constante, para posterior pesagem e retorno aos respectivos lugares nas parcelas de origem. Por diferença de peso, obteve-se em porcentagem, a palha decomposta nos diferentes intervalos de tempo, em função das doses e ambientes de cultivo. Dessa forma, a soma das diferenças encontradas nos *bags* que estavam em contato com o solo, às dos *bags* que estavam sobre a palha, foram utilizadas para determinação do percentual remanescente de biomassa vegetal total.

3.7 Análises estatísticas e programas computacionais

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância pelo teste F comparando as médias para cada ambiente. Os dados de controle foram submetidos ao teste F e ajustadas regressões em função das doses de glyphosate. Com as porcentagens de decomposição, adotou-se o teste F comparando os ambientes, haja vista, que não houve interações significativas ($P > 0,5$) para as doses aplicadas na decomposição da palha. Quanto aos resultados de RBS, foram ajustadas regressões para as médias acumuladas em cada nível de ambiente. As médias acumuladas de BMS-C e qCO_2 , foram comparadas pelos testes F e Tukey a 5% em função de cada ambiente, e das doses respectivamente, pois não houve significância para esses fatores ou suas interações ($P > 0,5$). Para análises de regressão, utilizou-se o programa SIGMAPLOT; para as demais análises estatísticas, utilizou-se o Programa Computacional Sisvar versão 5.3 (Ferreira, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade

A produtividade de massa seca do capim-piatã foi maior quando de seu cultivo a pleno sol, em comparação ao sombreamento com 50% de interceptação luminosa (Figura 1). Entretanto, não houve variação na massa fresca produzida por essa espécie entre os ambientes. O capim-Tanzânia apresentou produtividade de massa fresca e seca similar quando de seu cultivo em ambiente sombreado e a pleno sol (Figura2).

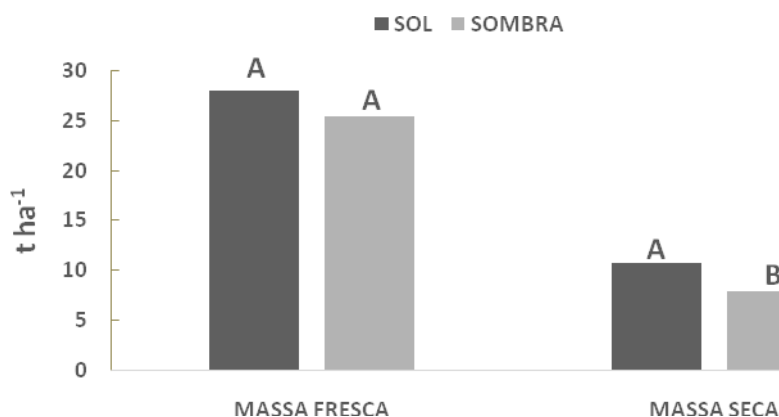


Figura 1 - Produtividade (t ha⁻¹) de massa fresca e seca do capim-piatã a pleno sol e sob sombra de 50%.

Fonte: Do autor.

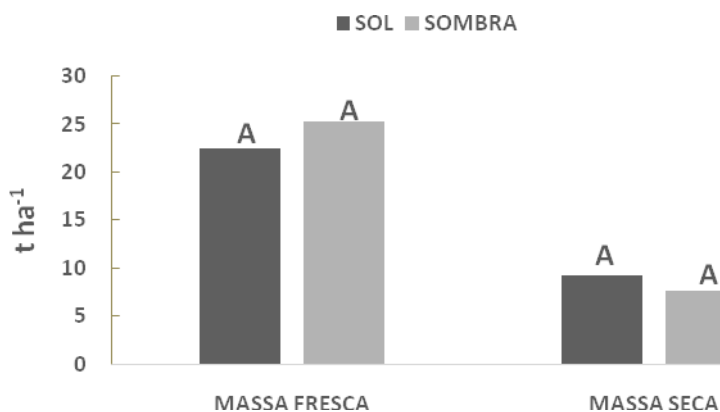


Figura 2 - Produtividade (t ha⁻¹) de massa fresca e seca do capim-tanzânia a pleno sol e sombreado.

Fonte: Do autor.

O cultivo em ambientes sombreados exige adaptações morfológicas das plantas forrageiras, que repercutirão em maior eficiência fotossintética das mesmas por unidade de área (GOBBI, 2007). Dessa forma, diferentes espécies, com distintas, características morfofisiológicas, tendem a ter diferentes comportamentos à sombra, o que resulta em diferentes respostas produtivas. Ganhos produtivos com a fotossíntese líquida, por tanto, são alterados pela eficácia das espécies, na captação da energia luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Segundo Gobbi *et al.* (2009) e Garcez-Neto *et al.*(2010), o aumento da área foliar específica e alterações da relação folha:caule, no ângulo de inclinação das folhas, aumento da relação parte aérea:raiz, alongamento de pecíolos, entrenós e caules, assim como reduções de ramificação e perfilhamento, são as principais respostas ao sombreadamento.

Dias-Filho (2002), em experimento com *U. brizantha* e *U. humidicola* expostas a 70% de sombra, constatou menor capacidade fotossintética de ambas forrageiras, havendo redução dos pontos de compensação por luz.

O gasto energético demandado para tais adaptações repercuti em menores acumulações de carbono e conseqüentemente menores teores de massa seca (GONÇALVES *et al.*, 2001), o que pode explicar a menor biomassa acumulada no capim-piatã cultivada à sombra no presente estudo.

Volenc e Nelson (2003) atribuíram as menores produtividades a sombra à maior quantidade de água nos tecidos, devido às menores taxas de transpiração, o que repercute em menor teor de massa seca. Complementando, Kirchner *et al.*, (2010), avaliando aveia-preta, aveia-branca, azevém, trigo duplo propósito e ervilhaca, constataram que com a redução da luminosidade, o rendimento relativo de matéria seca, diminuiu.

No caso de gramíneas forrageiras, como as usadas no presente estudo, a produção de perfilhos é um importante componente da produtividade (MARTUSCELLO *et al.*, 2009), cujo estímulo está relacionado aos comprimentos de onda que chegam a base da touceira, que por sua vez é influenciado pelo sombreamento (FRANK; HOFMAN, 1994).

4.2 Controle das forrageiras por glyphosate

Plantas de capim-piatã e capim-tanzânia apresentaram maior suscetibilidade ao glyphosate quando cultivadas sob 50% de sombra (Figuras 3 e 4).

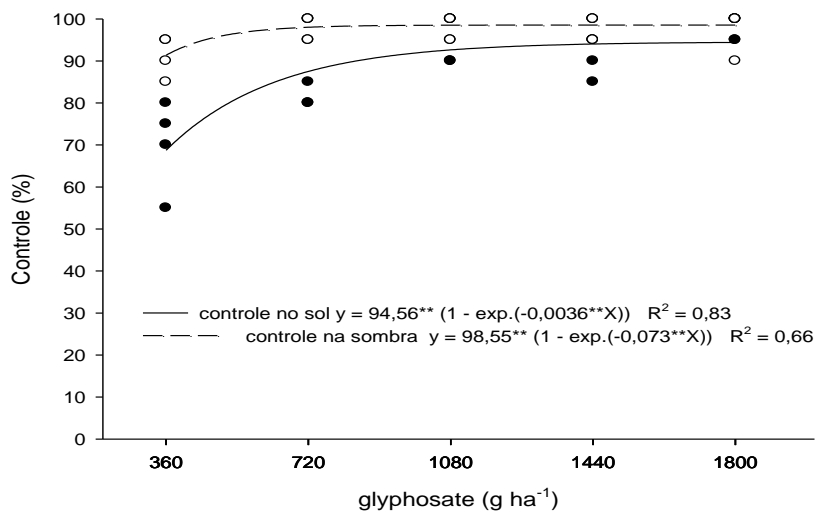


Figura 3 - Controle do capim-piatã submetido a doses 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 28 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

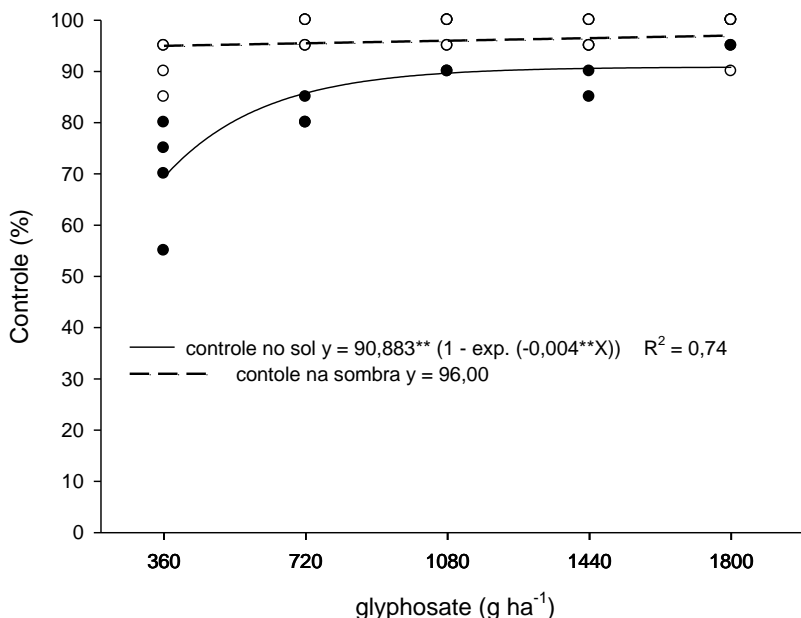


Figura 4 - Controle do capim-tanzânia submetido a doses 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 28 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

Quando cultivadas sob restrição luminosa, plantas apresentam adaptações morfofisiológicas que podem influenciar na interceptação do alvo pela molécula herbicida, na sua absorção e translocação aos sítios ativos de cada mecanismo de ação (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2013). A cutícula mais fina na epiderme foliar, a menor deposição de ceras e espessura das folhas, aumento da área do limbo foliar, maior número de estômatos e a diminuição dos espaços intracelulares, são algumas dessas adaptações (TAIZ; ZEIGER, 2009; GONDIM *et al.*, 2008; LIMA JR. *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2001). Tais alterações podem ter influenciado a absorção e translocação inicial do

glyphosate nas forrageiras estudadas favorecendo o seu controle em ambientes sombreado.

Além dessas adaptações, segundo Santos Junior *et al.*, (2013) o manejo de plantas daninhas é naturalmente favorecido pela restrição luminosa, uma vez que apenas 5% da energia luminosa total incidente sobre as folhas, é convertida em carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 2009). Dessa forma, plantas expostas à sombra tendem a acumular menos energia, tornando-as mais suscetíveis às técnicas de manejo, ou à rebrota (TUFFI SANTOS *et al.*, 2004).

Apesar da relevância das alterações causadas pelo sombreamento, a recomendação das doses de glyphosatenão levam em consideração o nível de luminosidade ao qual as plantas estão expostas, mesmo sendo comum essa condição, principalmente em cultivos arbóreos e arbustivos (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2013). Dessa forma, além da espécie a ser controlada e seu volume de massa, torna-se essencial para recomendação de doses herbicida a condição luminosa de cultivo onde estão as plantas a serem controladas.

Hoffmann *et al.* (2011), detectaram maior eficiência no controle de azevém (*Lolium multiflorum*) com glyphosate sob 50% de sombra, atribuindo a maior eficiência ao estiolamento e conseqüentemente, menor vigor das plantas quando cultivadas nesse ambiente. Santos Junior *et al.* (2013), avaliando os efeitos do glyphosate em trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e tiririca (*Cyperus rotundus*), cultivadas sob sombreamento, também detectaram interferência positiva da sombra no controle das duas espécies, associando o maior controle às características adaptativas das plantas à sombra e à menor quantidade de reservas energéticas nas mesmas.

Ceccon *et al.* (2014), classificaram o capim-piatã e o capim-tanzânia como de difícil controle, sendo necessários 2780 e 2630g ha⁻¹ de glyphosate, respectivamente, para controle das duas espécies. No presente trabalho, ambas foram controladas com eficiência a pleno sol, com 1080 g ha⁻¹, e à sombra com 360g ha⁻¹ de glyphosate. Essa diferença, provavelmente foi causada pelo vigor das plantas no momento da aplicação, haja vista, que Ceccon *et al.*, (2014) trabalharam com forrageiras em sequeiro, diferente do atual experimento que foi desenvolvido em condições irrigadas em que as

alturas médias eram de 0,6 e 0,8 m para o capim-piatã, e 0,8 e 0,9 m para o capim-tanzânia no sol e na sombra respectivamente no momento da aplicação.

4.3 Decomposição da palhada de forrageiras dessecadas com glyphosate

A decomposição, avaliada indiretamente pela palhada remanescente, de capim-piatã e capim-tanzânia foi maior em ambientes a pleno sol quando comparado à sombra, em todas as épocas de avaliação (Figuras 5 e 6). Essa variável, não foi influenciada ($P>0,5$) pelas doses de glyphosate usadas na dessecação e pela interação ambiente x dose.

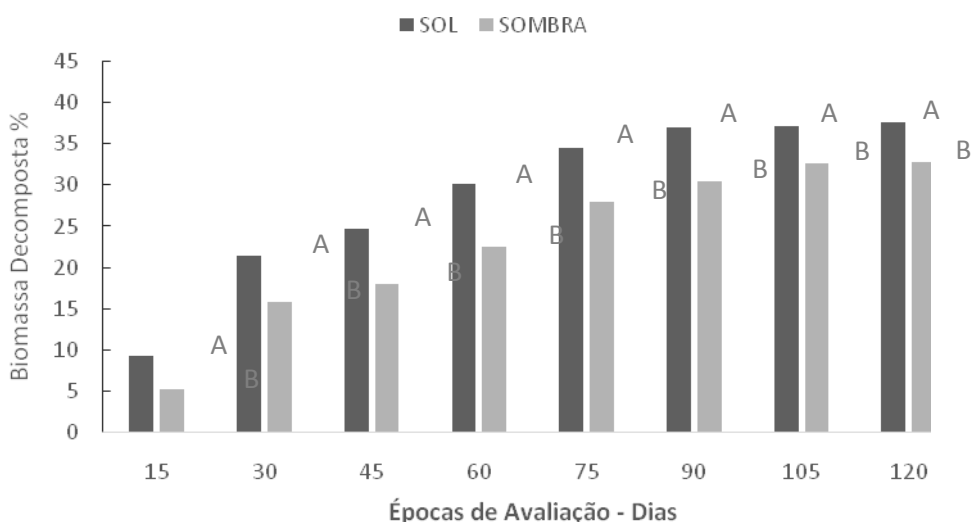


Figura 5 - Biomassa percentual de capim-piatã decomposta, avaliadas aos 13, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após corte, em ambiente a pleno sol e sombreado.

Fonte: Do autor.

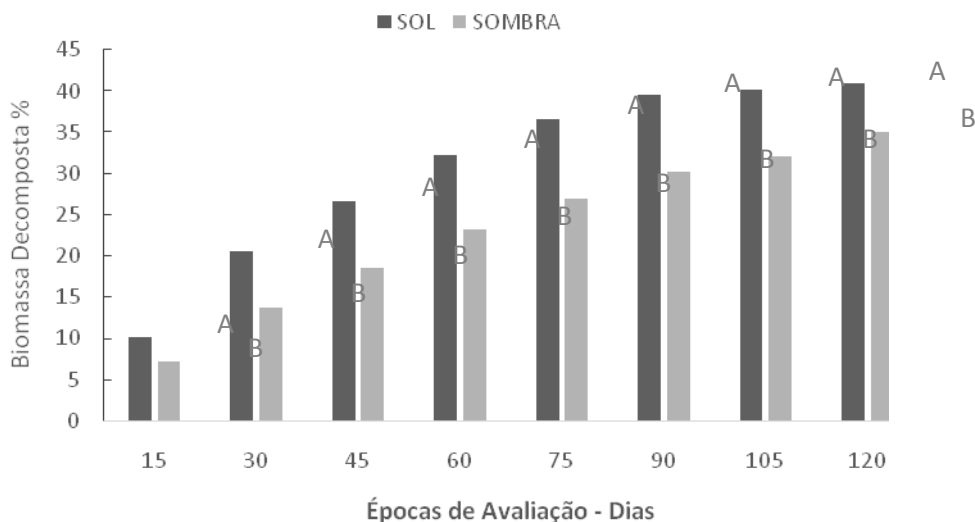


Figura 6 - Biomassa percentual de capim-tanzânia decomposta, avaliadas aos 13, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após corte, em ambiente a pleno sol e sombreado.

Fonte: Do autor.

Este resultado discorda do encontrado por Damini *et al.*, (2009) que relatam maior decomposição de plantas de milho quando da aplicação de glyphosate, em ambiente controlado. Segundo Andrighetti *et al.*, (2014) apesar de o glyphosate ser utilizado como fonte de nutrientes pela microbiota do solo, esse herbicida apresenta efeitos negativos sobre as bactérias. Após aplicação de glyphosate e glufosinato de amônio, Damini *et al.*, (2009a) observaram redução de até 25% dos teores de N no tecido vegetal de milho proveniente de fertilizante, reduzindo a relação C:N do resíduo, podendo influenciar negativamente nas taxas de mineralização.

Na literatura a decomposição de materiais vegetais na superfície do solo tem sido relatada como mais rápida em ambientes sombreados, quando comparado a ambientes a pleno sol, em condições laboratoriais

(SARIYILDIZ; ANDERSON, 2003). Tais resultados discordam do presente estudo. Sariyildiz e Anderson (2003) atribuíram a maior decomposição à sombra à maior biodiversidade de materiais a serem decompostos e da biomassa microbiana decompositora, condições diferentes das quais este experimento foi conduzido. A menor decomposição à sombra não está associada ao maior e mais rápido controle do capim-piatã e do capim-tanzânia nesse ambiente.

Além dessa inferência, as menores taxas de degradação, podem ser associadas às condições microclimáticas de cada ambiente, haja vista que a alta exposição à radiação solar, aliada a altas temperaturas, favorecem a mineralização e ou volatilização do material orgânico, pois além destes fatores abióticos, a presença da palha em altas temperaturas e umidade constante, favorece a atividade macro e microbiológica decompositora (CAS, 2009).

4.4 Atividade microbiana no solo

A liberação do CO₂ acumulado pela atividade microbiológica do solo foi influenciada ($P \leq 0,05$) pela interação entre o ambiente de cultivo e a aplicação de doses de glyphosate para as duas forrageiras. O capim-piatã, cultivado a pleno sol, apresentou regressão linear em função do aumento da dose de glyphosate. Sob 50% de sombra, foi obtida regressão quadrática para aumento das doses nesse ambiente (Figura 7). Quanto ao capim-tanzânia cultivada a pleno sol o CO₂ acumulado apresentou incremento, com ajuste linear da equação de regressão, em função do aumento das doses de glyphosate. Enquanto que no ambiente com 50% de sombreamento não houve resposta dessa variável em função do aumento das doses de herbicida usadas na dessecação (Figura 8).

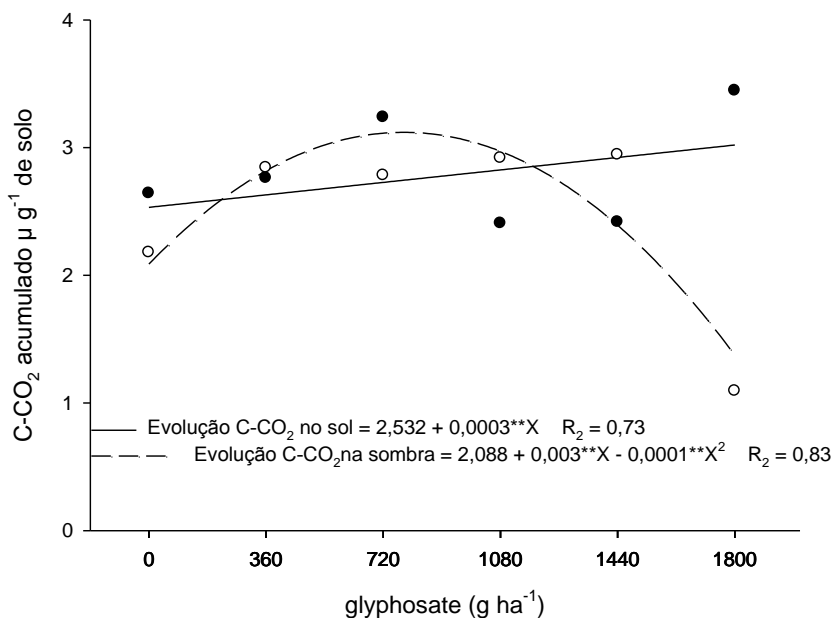


Figura 7 - Liberação de CO₂ acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã após a dessecação com glyphosate 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate em ambiente a pleno sol e 50% de sombra, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

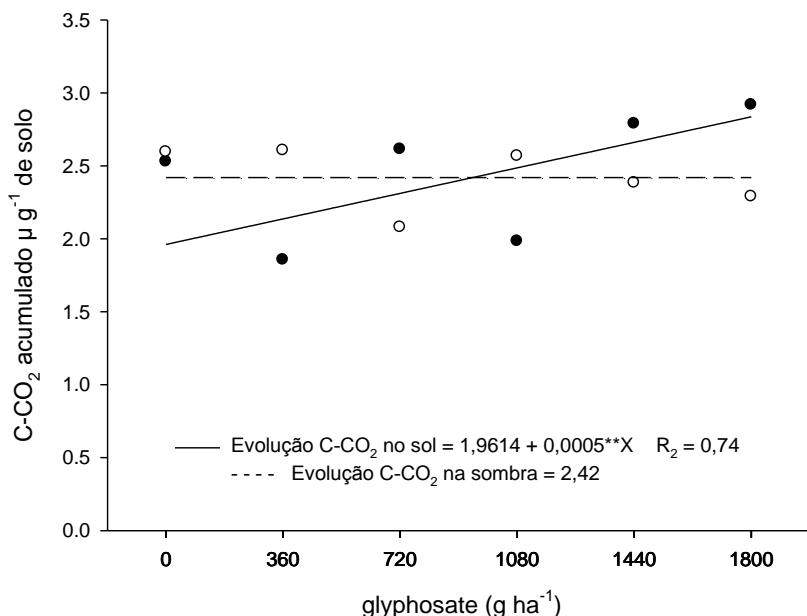


Figura 8 - Liberação de CO₂ acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia após a dessecação com glyphosate 0, 360, 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate em ambiente a pleno sol e 50% de sombra, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

A derivada primeira da equação quadrática (Figura 7), mostra que o ponto de máxima acumulação de C-CO₂ na sombra, foi de 3,2 C-CO₂ acumulados μg⁻¹ de solo. Os resultados encontrados, vão de acordo com trabalhos de Bohm *et al.*, 2011 e Andrighetti *et al.*, 2014, sugerindo que o incremento na liberação de CO₂, pode ser ocasionado pela utilização do herbicida como fonte de C.

No entanto, discordam com os encontrados com Busse *et al.*, (2001) e Liphadzi *et al.*, (2005) levando à conclusão que a alteração da atividade microbiana, está relacionada com o herbicida aplicado, a espécie de planta e o tipo de solo, além da microbiota em cada ambiente específico, o que

confirma também, os valores encontrados da BMS-C e do qCO_2 para as doses e ambientes avaliados.

A biomassa microbiana do solo e o quociente metabólico não foram influenciados pelo ambiente de cultivo e pelas doses de glyphosate, bem como pela interação desses fatores ($P>0,05$). Os valores médios da biomassa microbiana e do quociente metabólico em função do ambiente são apresentados nos Gráficos 9, 10, 11e 12e em função das doses nos Gráficos 13, 14, 15 e 16.

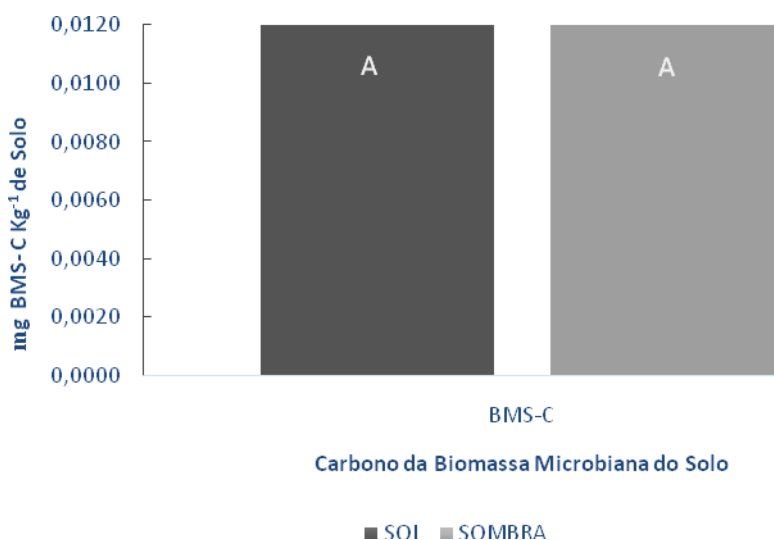


Figura 9 - Média de carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

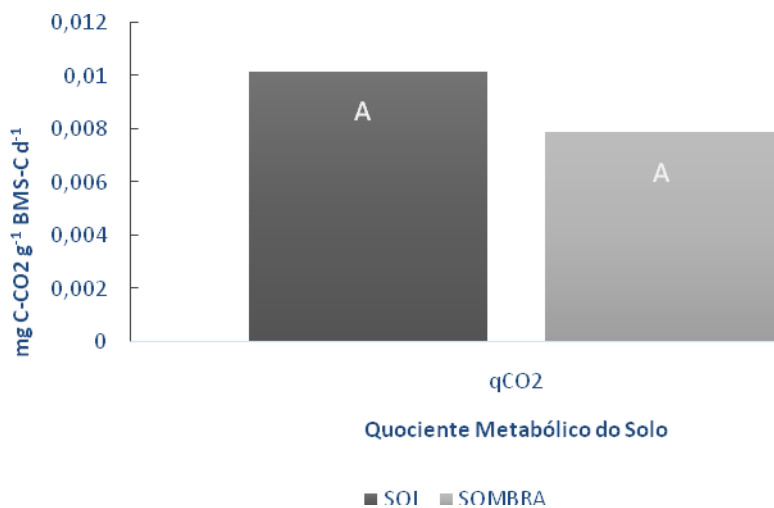


Figura 10 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

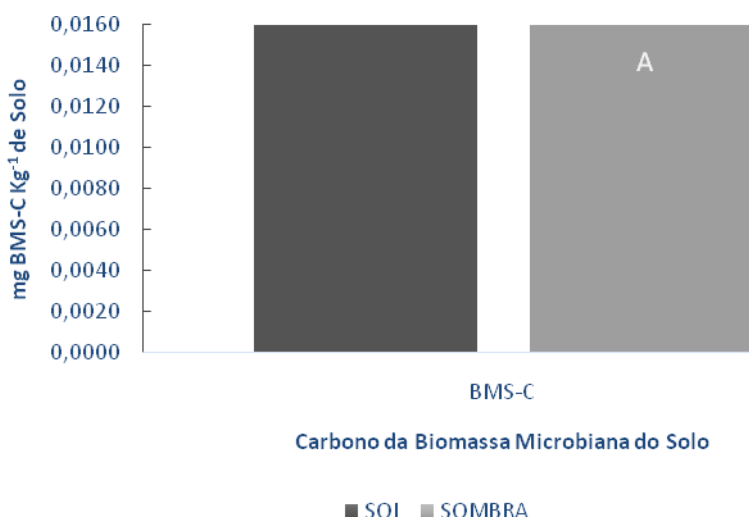


Figura 11 - Média do carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

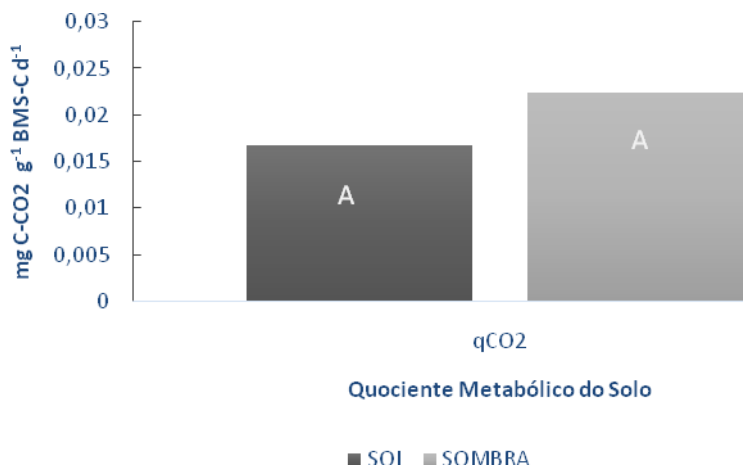


Figura 12 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia após a dessecação com glyphosate em ambiente a pleno sol e sombreado, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

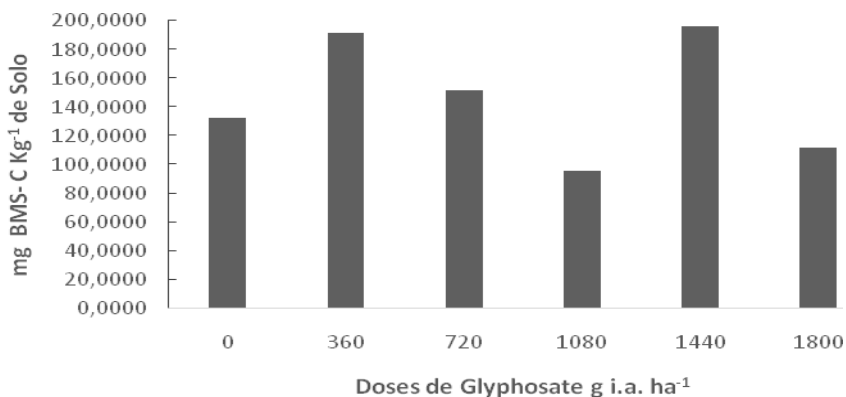


Figura 13 - Média de carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

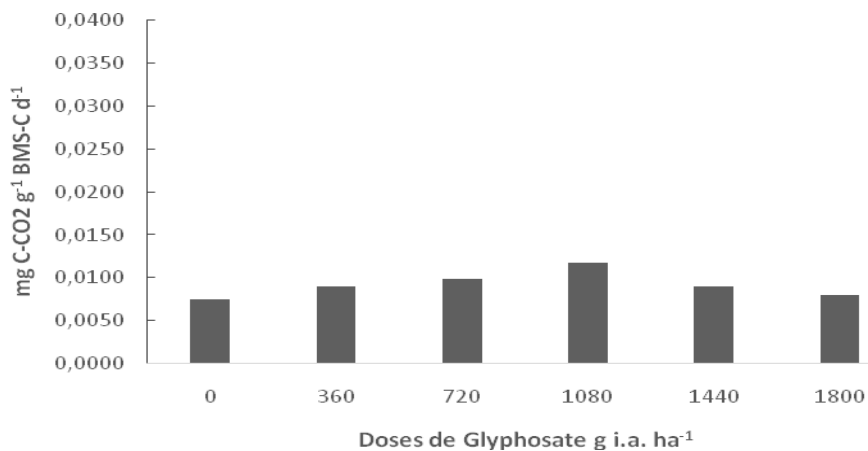


Figura 14 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-piatã, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

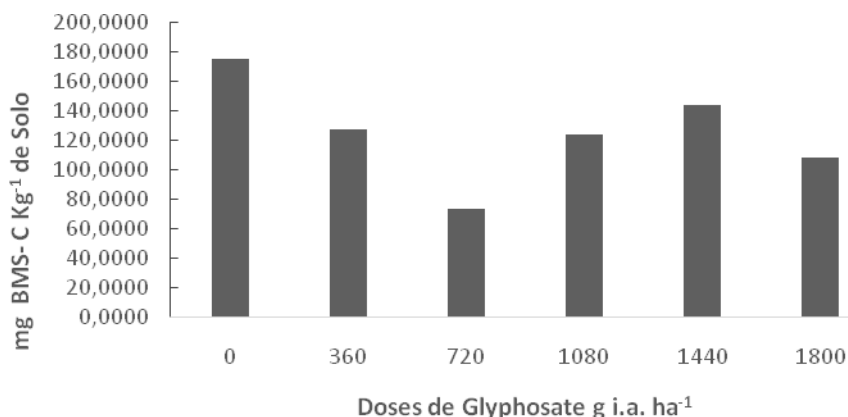


Figura 15 - Média do carbono da biomassa microbiana acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

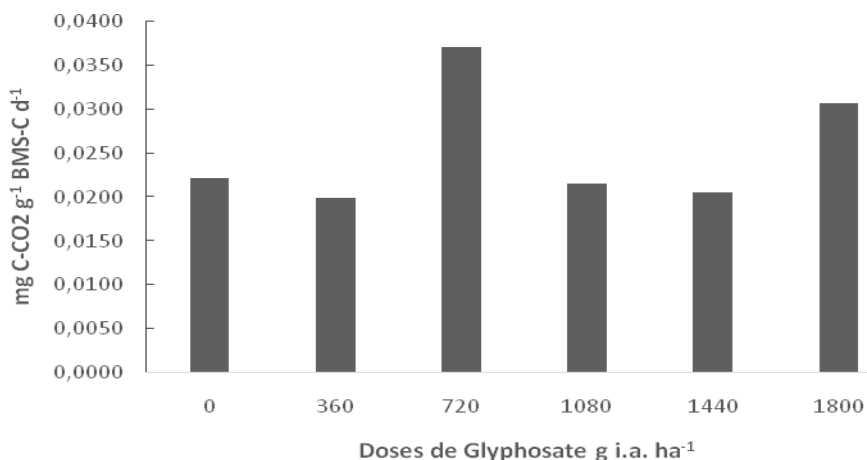


Figura 16 - Média do quociente metabólico acumulado nas amostras de solo cultivado com capim-tanzânia, sob doses de 0,360,720,1080,1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 31 dias após aplicação do herbicida.

Fonte: Do autor.

5 CONCLUSÕES

A produtividade de massa seca do capim-piatã é menor em ambiente sombreado, enquanto que o capim-tanzânia não apresenta variação em sua produtividade em relação aos ambientes.

O glyphosate apresenta maior eficiência de controle de capim-piatã e capim-tanzânia, em plantas cultivadas com 50% de sombra.

O sombreamento de 50% reduz a decomposição da biomassa vegetal de capim-piatã e capim-tanzânia.

As doses de glyphosate proporcionam incrementos na liberação de CO₂ e não alteram o BMS-C e o qCO₂ do solo dos capins piatã e tanzânia cultivados a pleno sol e sob 50% de sombra.

REFERÊNCIAS

AHRENS, W. H. **Herbicide handbook**. 7.ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994.

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. New York: John Wiley and Sons, 1961.

ALFAIA, S. S.; RIBEIRO, G. A.; NOBRE, A. D.; LUIZÃO, R. C.; LUIZÃO, F. J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Manaus, v.102, n. 3, p.409-414, 2004.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

ANDRIGHETTI, M. S.; NACHTIGALL, G. R.; QUEIROZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; AYUB, M. A. Biodegradação do glifosato pela microbiota de solos cultivados com macieira. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 5, p.1643-1653, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES - ABRASEM. Disponível em: <http://www.abrasem.br>. Acesso em: 1 dez. 2014.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa, 2011.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 138, jun. p. 1 – 14, 2012.

BETHLENFALVAY, G. J.; NORRIS, R. F.; PHILLIPS, D. A. Effects of bentazon, a Hill reaction inhibitor, on nitrogen-fixing capability and apparent photosynthesis. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 63, n. 1, p. 213-215, 1979.

BOHM, G. B.; ROMBALDI, C. V. Efeito da transformação genética e da aplicação do glifosato na microbiota do solo, fixação biológica de nitrogênio, qualidade e segurança de grãos de soja geneticamente modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 213-221, 2010.

BRIGHENTI, A. M. Manejo de plantas daninhas no girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 411-469.

BRIGHENTI, A. M.; SOBRINHO, F. S.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; DEMARTINI, D.; COSTA, T. R. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1241-1246, out. 2011.

BUCKLEY, D. H.; SCHIMIDT, T. M. The structure of microbial communities in soil and the lasting impact of cultivation. **Microbiology and Ecology**, New York, v. 42, p. 11-21, 2001.

BUHLER, D. D.; BURNSIDE, O. C. Effects of application variables on glyphosate phytotoxicity. **Weed Technol.**, New York, v. 1, n. 1, p. 14-17, 1987.

BUSSE, M. D.; RATCLIFF, G. A.; SHESTAK, C. J.; POWERS, R. F. Glyphosate toxicity and the effects of long-term vegetation control and soil on soil microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, n. 6, p. 1777-1789, 2001.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. da (Coord.). **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p.1-56.

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 29, n. 1, p. 99-109, 2005.

CARDINALI, V. C. B., DIAS, A. C. R. ; TORNISIELO, V.L. ; MUELLER, T. C. ; CHRISTOFFOLETI, P. J. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010. Ribeirão Preto, **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.

CAS, V. L. S. **Mineralização do carbono e do nitrogênio no solo o uso do lodo de esgoto e palha de aveia**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CECCON, G.; CONCENÇÃO, G. Produtividade de massa e dessecação de forrageiras perenes para integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 319-326, 2014.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CARVALHO, J. C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no Mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. Londrina: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2004.

COLEY, P. D. Effects of plant growth rate and leaf lifetime on the amount and type of antiherbivore defense. **Oecologia**, Berlim, v. 74, n. 4, p. 531-536, 1988.

COSTA-JÚNIOR, R. F., FERREIRA, R. L. C., RODAL, M.J.N.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; Da SILVA, W. C. Estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na Mata Sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 173-183, 2008.

D'ANIERI, P.; ZEDAKER, S. M.; SEILER, J. R.; KREH, R. E. Glyphosate translocation and efficacy relationships in red maple, sweet gum and loblolly pine seedlings. **Forest Sci.**, Bethesda, v. 36, p. 438-447, 1990.

DAMIN, V. **Transformações do nitrogênio no sistema solo-planta após aplicação de herbicidas**. 2009. 131 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

DAMIN, V., TRIVELIN, P. C. O., BARBOSA, T. G. Mineralização do nitrogênio da palhada de milho dessecado com herbicidas **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 925-934, 2009.

DAVIS, K. R.; HAHLBROCK, K. Induction of defense responses in cultured parsley cells by plant cell wall fragments. **Plant Physiol.**, Bethesda, v. 84, n. 4, p.1286-1290, 1987.

DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Sci. agric.**, v. 59, p. 65-68, 2002.

FERNANDES JÚNIOR, P. I.; ROHR, T. G.; OLIVERA, P. J.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. Polymers as carriers for rhizobial inoculant formulations. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.44, p.1184-1190, 2009.

FERREIRA, D. F. **Programa computacional Sisvar**: versão 5.3, Lavras: UFLA, 2010.

FIGUEIREDO, E. B., LA SCALA, N. Greenhouse gas balance due to the conversion of sugarcane areas from burned to green harvest in Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, New York, v. 141, p. 77-85, 2011.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa: Ed. UFV, 2010.

FONSECA, W., BENAYAS, J. M. R., ALICE, F. E. Carbon accumulation in the biomass and soil of different aged secondary forests in the humid tropics of Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, New York, v. 262, n. 8, p. 1400-1408. 2011.

FONTE, S. J., BARRIOS, E., SIX, J. Earthworms, soil fertility and aggregate associated soil 4 organic matter dynamics in the Quesungual agroforestry system. **Geoderma**, New York, v. 155, p. 320-328, 2010.

FRANK, A. B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 2, p.468- 473, 1994.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. São Paulo: USP, 2005.

GARCEZ-NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **R. Bras. Zootec.**, Palotina, v.39, n.1, p.42-50, 2010.

GIESY, J. P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K. R. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. **Rev. Environment Contamination Toxicology**. New York, v. 167, p. 35-120, 2000.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk submetida ao sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do amendoim forrageiro submetido ao sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

GOMES, G. L. G. G. **Alterações metabólicas de plantas de milho submetidas à aplicação de glyphosate e fosfito**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

GONÇALVES, J. L. M.; MENDES, K. C. F. S.; SASAKI, C. M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais e implantados do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 601-616, 2001.

GONDIM, A. R. O.; PUIATTI, M.; VENTRELLA, M. C.; CECON, P. R. Plasticidade Anatômica da folha de Taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.1037-1045, 2008.

GROSSBARD, E. Effects of glyphosate on the microflora: with reference to the decomposition of treated vegetation and interaction with some plant pathogens. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**, Londres: Butterworths, 1985. p. 159-85.

HOFFMANN, T.; THORNDYCRAFT, V. R.; BROWN, A. G.; COULTHARD, T. J.; DAMNATI, B.; Kale, V. S.; Middelkoop, H.; NOTEBAERT, B., WALLING, D. E. Human impact on fluvial regimes and sediment flux during the Holocene: Review and future research agenda. In: **Global and Planetary Change**, New York, v. 72, p. 87-98. 2010.

JORDAN, T. N. Effects of diluent volumes and surfactant on the phytotoxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). **Weed Science**, New York, v. 29, n. 1, p. 79-83, 1981.

KINNER, C. A.; MANDERNACK, K. W.; MOSIER, A. R.; Laboratory investigations into the effects of the pesticides mancozeb, chlorothalonil and plosulfuron on nitrous oxide and nitric oxide production in fertilized soil. **Soil Biology Biochem**, New York, v.37, n. 5, p. 837-850, 2005.

KIRCHNER, P. B.; BAES, R. C.; MOLOTCH, N. P.; FLAGANEN, J.; GUO, Q.: LiDAR measurement of seasonal snow accumulation along an elevation gradient in the southern Sierra Nevada. **Hydrol. Earth Syst. Sci.** California, v. 18, p. 4261–4275, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.409-441. 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. Informações Agronômicas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 113, p. 1-24, 2006.

KLUTHCOUSKY, J.; AIDAR, H.; COBUCCI, T. Opções e vantagens da Integração Lavoura-Pecuária e a produção de forragens na entressafra. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 240, p. 16-29, set./out. 2007.

KLUTHCOUSKY, J.; STONE, L. F. Manejo sustentável dos solos dos Cerrados. In: KLUTHCOUSKY, J. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 61-104. 2003.

LIMA JUNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. D. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, p. 33-41, 2006.

LIPHADZI, K. B.; AL-KHATIB, K.; BENSCH, C. N.; STAHLMAN, P. W.; DILLE, J. A.; TODD, T.; RICE, C. W.; HORAK, M. J.; HEAD, G. Soil microbial and nematode communities as affected by glyphosate and tillage practices in a glyphosate-resistant cropping system. **Weed Science**, Champaign, v. 53, n. 4, p. 536-545, 2005.

LIU, L.; PUNJA, Z. K.; RAHE, J. E. Effect of *Phytium* spp. and glyphosate on phytoalexin production and exudation by bean (*Phaseolus vulgaris* L.) roots grown in different media. **Physiol. Mol. Plant Pathol.**, Londres, v. 47, n. 6, p. 391-405, 1995.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B. ; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA, p.85-86, 2010.

MARQUES, J. D. de O., LUIZÃO, F. J.; TEIXEIRA, W. G.; FERREIRA, S. J. Variações do carbono orgânico dissolvido e de atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia Central. **R. Bras. Ci. Solo**, v.36, p.611-622, 2012.

MARTUSCELLO, J. A; JANKII, L.; NETO, M. M. G.; Valdemir Antônio LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.

MCWHORTER, C. G.; HANKS, J. E. Effect of spray volume and pressure on postemergence johnsongrass (*Sorghum halepense*) control. **Weed Technology**, v. 7, n. 2, p. 304-310, 1993.

MESCHEDE, D.K. et al.Efeitos do glyphosate nos teores de lignina, celulose e fibra em *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.1, p.57-63, jan./abr. 2011.

MONQUERO, P.A. SILVA, P. V., SILVA HIRATA. A. C., TABLAS, D. C., DUKE, S. O. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic. **Planta Daninha**, Brasília, v.28, n.1, p.185- 195, 2010.

MOORMAN, T. B.; BECERRIL, J. M.; LYDON, J.; DUKE, S. O. Production of hydroxybenzoic acids by *Bradyrhizobium japonicum* strains after treatment with glyphosate. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 40, p. 289-93, 1992.

NEUPANE, R. P; THAPA, G B. Impact of agroforestry intervention on soil fertility and farm income under the subsistence farming system of the middle hills, Nepal. **Agriculture Ecosystems and Environment**, New York, v. 84, p.157-167, 2001.

OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V; COSTA, L. M. **Tópicos em ciência do solo. Viçosa**. Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002.

OLIVEIRA, F.L.R., **Recuperação de pasto, associada à produção de silagem de sorgo e madeira, em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta**.2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, 2011.

PIPKE, R.; SCHULZ, A.; AMRHEIN, N. Uptake of glyphosate by an *Arthrobacter* sp. **Appl. Environment Microbiol.**, Washington, v. 53, p. 974-8, 1987.

PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6. Ed. Londrina: Grafmarke, 2011.

RODRIGUES, D. T., NOVAIS, R. F., ALVARENGA, R. F., DIAS, J. M. M., VILLANI, E. M. A. Orchid growth and nutrition in response to mineral and organic fertilizers. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 34, p. 1609-1616, 2010.

ROSLYCKY, E. B. Glyphosate and the response of the soil microbiota. **Soil Biol. Biochemistry**, New York, v. 14, p. 87-92, 1982.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ARROYO GARCIA, R. Potássio lixiviado da palha de aveia-preta e milho após a dessecação química. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1169-1175, ago. 2007.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Potassium leaching from millet straw as affected by rainfall and potassium rates. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Botucatu, v. 36, n. 7/8, p. 1063-1074, 2005.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1349-1356, 2011.

SANDBERG, C. L.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. Absorption, translocation and metabolism of 14 C-glyphosate in several weed species. **Weed Res.**, New York, v. 20, n. 4, p. 195-200, 1980.

SANTOS JÚNIOR, A., TUFFI SANTOS, L.D., COSTA, G.A., BARBOSA, E.A.5, LEITE, G.L.D., MACHADO, V.D. e CRUZ, L.R. Manejo de tiririca e trapoeraba com glyphosate em ambientes sombreados. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 213-221, 2013.

SANTOS, A.; FLORES, M. Effects of glyphosate on nitrogen fixation of free-living heterotrophic bacteria. **Lett. Appl. Microbiology**, Oxford, v. 20, p. 349-52, 1995.

SANTOS, I. C., MEIRA, R. M. S. A., FERREIRA, F. A., SANTOS, L. D. T., MIRANDA, G. V. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.

SANTOS, J. B. Interações planta-microrganismo aceleram a decomposição do herbicida glyphosate no solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, p. 1-1, 2009.

SANTOS, J. B., FERREIRA, E. A., FIALHO, C. M. T., SANTOS, E. A., GALON, L., CONCENÇO, G., ASIAZÚ, I., SILVA, A. A. Biodegradation of glyphosate in rhizospheric soil cultivated with Glycine max, Canavalia ensiformis e Stizolobium aterrimum. **Planta daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 781-787.

SANTOS, J. B., JAKELAITIS, A., SILVA, A. A., VIVIAN, R., COSTA, M. D., SILVA, A. F. Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 683-691, 2005.

SANTOS, J. B., JAKELAITIS, A., SILVA, A. A., VIVIAN, R., COSTA, M. D., SILVA, A. F. **Atividade microbiana após aplicação de herbicidas utilizados no cultivo do feijoeiro**. Viçosa: UFV, 2005.

SANTOS, M. V. **Renovação de pastagem em plantio direto e sistema agrosilvipastoril**. 2009. 141 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

SARIYILDIZ, T.; ANDERSON, J. M. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, n. 3, New York, p.391-399, 2003.

SHARMA, S. and JACKSON, D. A. Predicting smallmouth bass incidence across North America: comparison of statistical approaches. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, New York, v. 65, p. 471-481, 2008.

SIGMAPLOT. 2008. **For windows, version 11.0**. Systat Software, 2008.

SILVA, A. A., CRUZ, J. C., SILVA A. F. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 217. 2006.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S. de; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Produção de informação, (Comunicado Técnico, 99), 2007a.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S. de; DE-POLLI, H. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C)**. EMBRAPA ,Produção de informação. Rio de Janeiro: Seropédica, (Comunicado Técnico, 98), 2007b.

SIQUEIRA NETO, M.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M.; CARDOSO, A. N.; DOUZET, J.; FELLER, C.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: An on-farm synchronic assessment. **Soil Tillage Res.**, New York, v. 110, p. 187-195, 2010.

SOARES, L. H. B., ALVES, B. J. R., URQUIAGA, S. **Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil**. Circular Técnica, 27. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

SOUZA, O.; SANTOS, I. E. **Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminantes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 3 p.2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology & Biochemistry**, Amsterdam, v. 25, n. 10, p. 1351 – 1361, 1993.

TIEDJE, J.M.; STEIN, J. L. Microbial Biodiversity: Strategies for its recovery. In: A.L. DEMAINE, A. L.; DAVIES, J. (eds.). **Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology**, Washington: American Society Microbiology, 1999. p.682-692

TUFFI SANTOS, L. D., MEIRA, R. M. S. A., FERREIRA, F. A., SANT'ANNA-SANTOS, B. F., FERREIRA, L. R. Morphological responses of different eucalypt clones submitted to glyphosate drift. **Environment Exp. Bot.**, New York, v. 59, p. 11-20, 2007.

TUFFI SANTOS, L. D., SANTOS, I. C., OLIVEIRA, C. H., SANTOS, M. V., FERREIRA, F. A., QUEIROZ, D. S. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Características de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 133-176, 2001.

VIEIRA, C. **O feijão em cultivos consorciados**. Viçosa: UFV, 1989.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da Integração Lavoura Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 145-170. 2003.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Environmental aspects of forage management. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M. et al. (Eds.) **Forages**: an introduction to grassland agriculture. 6 ed. Ames: Blackwell, p.99-124. 2003.

WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels. **Soil Biology**, New York, v.67, p.321-358, 1992.

WARDLE, D. A.; PARKINSON, D. Relative importance of the effects of 2,4 D, glyphosate and environmental variables on the soil microbial biomass. **Plant Soil**, New York, v. 134, p. 209-219, 1991.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB international. 276 p. 1989.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; Competição entre espécies de plantas – Uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30. Viçosa-MG, 2004.

ZHAO, Y., WANG, S. X., NIELSEN, C. P., LI, X. H., HAO, J.M. Establishment of a database of emission factors for atmospheric pollutants from Chinese coal-fired power plants, **Atmospheric Environment**, New York, v. 44, p.1515–1523, 2010.

