

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO EM CULTIVO  
CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA**

**PEDRO SEPULVEDA NETO**

CASSILÂNDIA – MS

Agosto/2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO EM CULTIVO  
CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA**

**PEDRO SEPULVEDA NETO**

Orientador: **Prof. Dr. Tiago Zoz**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS

Agosto/2018

S484c Sepulveda Neto, Pedro

Crescimento inicial do eucalipto em cultivo consorciado com braquiária e adubação nitrogenada / Pedro Sepulveda Neto.

Cassilândia, MS: UEMS, 2018.

IX, 38p. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz.

1. Eucalyptus grandis 2. Brachiaria brizantha 3. Palhada 4  
Consortio 5. Relação C/N. I. Título.

CDD 23.ed. 583.42



Governo do Estado de Mato Grosso do Sul  
**Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul**  
PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados  
UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** CRESCIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO EM CULTIVO CONSORCIADO COM  
BRAQUIARIA E ADUBAÇÃO NITROGENADA.

**AUTOR(A): PEDRO SEPULVEDA NETO**  
**ORIENTADOR(A): TIAGO ZOZ**

Aprovado como parte das exigências para obtenção de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de  
concentração: “**Sustentabilidade na Agricultura**”, pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Tiago Zoz  
Orientador(a)

Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Data da realização: 17 de agosto de 2018.

*“A sensação de merecer algo esta acima da conquista.”*

Adenor Leonardo Bachi.

**DEDICATÓRIA**

*Dedico a Deus, aos meus pais Pedro Sepulveda Junior e Fabiana de Pieri,  
minha irmã Maria Paula e ao meu filho Pedro Henrique.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

À minha família, por acreditar em meu potencial e me apoiar irrestritamente em todos os momentos.

Ao meu orientador Tiago Zoz, que sem seu apoio e confiança eu não conseguiria.

Aos professores Fabio Steiner e Allan Zuffo pela extrema contribuição ao trabalho.

Aos meus amigos Pedro Henrique, Celi Santana, Fernando Moraes e André Zoz que ajudaram no decorrer do trabalho.

À minha namorada Júlia, pelo apoio em todos os momentos

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Eucalyptus spp.</i> .....	3
1.2. A agricultura no paradoxo ambiental .....	3
1.3. Sistemas Agroflorestais .....	4
1.3.1. O eucalipto nos Sistemas Agroflorestais .....	7
1.4. Cobertura Vegetal.....	8
1.5. Nitrogênio .....	9
1.5.2. Relação Carbono / Nitrogênio .....	11
1.5.3. Imobilização de Nitrogênio .....	12
1.5.4. Mineralização do Nitrogênio .....	13
1.6. Referências Bibliograficas.....	14
<b>CAPITULO 2. CRESCIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO É PREJUDICADO PELO CULTIVO CONSORCIADO COM BRAQUIARIA.....</b>	<b>21</b>
2.1 Introdução.....	22
2.2 Material e Métodos.....	23
2.3 Resultados e Discussão .....	26
2.4. Conclusões.....	36
2.5 Referências Bibliográficas .....	36

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), área foliar (AF), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MSTO), relação altura de planta diâmetro do caule (AP/DM), relação parte aérea raiz (MSPA/MSR), relação altura de planta massa seca da parte aérea (AP/PA) Índice de Qualidade de Dickson (IQD), taxa de crescimento absoluta em altura de planta (TCA-A) e taxa de crescimento absoluta em diâmetro do caule (TCA-D) de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio.....	27
--	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Diâmetro do caule (a), área foliar (b), massa seca de folhas (c) e relação altura de planta/massa seca da parte aérea plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si pelo teste de Tukey a 5% de propabilidade.....28
- Figura 2.** Índice de qualidade de Dickson (a) e taxa de crescimento absoluta diâmetro do caule (b) plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária período de 120 dias, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si pelo teste de Tukey a 5% de propabilidade... ..30
- Figura 3.** Altura de planta (a), massa seca de caule (b) e massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si e maiúsculas as doses de N pelo teste de Tukey a 5% de propabilidade.....31
- Figura 4.** Massa seca da parte aérea (a), massa seca total (b) e relação massa seca da parte aérea/ massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si e maiúsculas as doses de N pelo teste de Tukey a 5% de propabilidade.....33
- Figura 5.** Incremento médio diário de altura de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si e maiúsculas as doses de N pelo teste de Tukey a 5% de propabilidade..... ..36

**LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS**

SPD	sistema de plantio direto
CTC	capacidade de troca de cátions
DMS	diferença mínima significativa
ILP	integração lavoura-pecuária
**	significativa a 1% de probabilidade
%	porcentagem
SAFs	sistemas agroflorestais
C/N	relação carbono nitrogênio
C/S	relação carbono enxofre
N	nitrogênio

## RESUMO GERAL

O eucalipto é a espécie florestal exótica de maior importância no Brasil. Dos plantios provem a madeira para a indústria, matéria prima para a cadeia produtiva de papel e celulose, além de ser fonte de energia renovável ao serem transformados em lenha para queima em fornos e fornalhas, além dos produtos florestais não madeireiros como o óleo essencial. O eucalipto é uma alternativa mais viável e sustentável do que a exploração de florestas nativas, que ainda hoje sofrem grande pressão antrópica. Os plantios muitas vezes ocorrem em áreas anteriormente ocupadas por pastos ou terrenos degradados, como por exemplo pastagens formadas com braquiária, cenário este muito comum já que a espécie é uma das mais utilizadas em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Essa espécie quando mal manejada é agressiva, invasora e de difícil controle devido a grande durabilidade das sementes no solo, o que prejudica o crescimento inicial do eucalipto e de outras culturas. Entretanto, o manejo adequado desta gramínea, principalmente quando utilizada como planta de cobertura, pode melhorar as propriedades físico-químicas do solo, impedir o desenvolvimento de plantas invasoras e fornecer nutrientes resultantes da sua decomposição. Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de eucalipto em sistema silvipastoril, sob quatro manejos de braquiária e duas doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x2 com quatro diferentes formas de manejo da braquiária: incorporação da palhada de braquiária até 10 cm do solo dos vasos, palhada de braquiária na superfície do solo, cultivo consorciado do eucalipto com a braquiária e por último apenas o eucalipto sem a presença da braquiária (controle). Cada um destes tratamentos foi feito associados a duas doses de nitrogênio, 50 e 200 kg ha<sup>-1</sup>. O consórcio com braquiária é prejudicial ao crescimento inicial do eucalipto até os 123 dias após o transplante. Em condições de manejo com palhada de braquiária superficial, o crescimento inicial das plantas de eucalipto é favorecido com a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N.

---

**Palavras chave:** *Eucalyptus grandis*; *Brachiaria brizantha*; palhada; consórcio; relação C/N.

**INITIAL GROWTH OF EUCALYPTUS IN SILVOPASTORAL INTEGRATION UNDER DIFFERENT MANAGEMENT OF PALISADE GRASS AND NITROGEN LEVELS.** Cassilândia, 2018. 38f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sustentabilidade na Agricultura) – Unidade Universitária de Cassilândia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Author: PEDRO SEPULVEDA NETO

Adviser: TIAGO ZOZ

### **ABSTRACT**

Eucalyptus is the most important exotic forest species in Brazil. The plantations produce wood for the wood products industry, raw material for the pulp and paper chain, is a source of renewable energy when processed into wood for burning in furnaces and furnaces, as well as numerous non-timber forest products such as essential oil. Eucalyptus is a more viable and sustainable alternative than the exploitation of native forests, which still suffer great anthropic pressure. The plantations often occur in areas previously occupied by pastures or degraded lands, such as pastures formed with palisade grass, a very common scenario since the species is one of the most used in systems of crop-livestock-forest integration. However, the proper management of this grass, especially when used as a cover plant, can improve the physical-chemical properties of the soil, prevent the development of invasive plants and provide nutrients resulting from its decomposition. In this context, the objective of this work was to evaluate the initial growth of eucalyptus plants in a silvipastoral system, under four palisade grass and two nitrogen doses. Four ways of management of the palisade grass were studied: desiccation followed by the incorporation of the palisade grass straw into the soil, desiccation followed by the palisade grass cut with the straw remaining on the soil surface, intercropping of the eucalypt with the palisade grass and finally only the eucalyptus without the presence of palisade grass (control). Each of these treatments was associated with two doses of nitrogen, 50 and 200 kg ha<sup>-1</sup>. The results demonstrate that the eucalyptus consortium with the palisade grass is detrimental to the growth and quality of the seedlings of the forest species. The strata of palisade grass in cover and incorporated to the soil did not affect the evaluated variables, but the straw in cover with fertilization 200 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen stimulated the initial growth of eucalyptus.

---

**Keywords:** *Eucalyptus grandis*; *Brachiaria brizantha*; straw; intercrop; C/N ratio.

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1. *Eucalyptus spp.*

A abertura de novas áreas para uso agrícola com o intenso uso dos recursos florestais para atender as necessidades globais acabou por dar início a um processo de desmatamento de florestas nativas. Este processo resultou conseqüentemente em uma grande preocupação com o meio ambiente, a respeito de uma possível extinção de espécies, juntamente com outros problemas ambientais, tais como: a exposição do solo e degradação dos recursos hídricos, a destruição de habitat natural e a perda da biodiversidade (SIMIONI, 2018). De acordo com Brito (2007), o grau de utilização de recursos florestais provenientes de florestas é influenciado pelo nível de desenvolvimento do país, pela disponibilidade de florestas, pelas questões ambientais e pela competição econômica com outras fontes energéticas.

A importância do eucalipto no cenário atual é indiscutível, pois é matéria prima entre outras coisas para a produção de papel (BROOKER e KLEINIG, 2006), de madeira (FLORES et al., 2016), de lenha para a geração de energia (SIMIONI et al., 2018, FURTADO et al., 2012), óleos essenciais (BARBOSA et al., 2016), portanto desempenha um papel ambiental importante, contribuindo para a diminuição da pressão nas matas nativas.

De acordo com Flores et al. (2016), o gênero *Eucalyptus* é um dos principais da família Myrtaceae, compreendendo mais de 800 espécies com sua maioria nativa das florestas australianas, mas muitas dessas espécies são cultivadas em outros lugares, como por exemplo no Brasil.

A nível nacional, considerando os plantios florestais, segundo a Indústria Brasileira de Árvores (2016), o eucalipto é a principal espécie utilizada, e possui cerca de 5,63 milhões de hectares, que representou 72,2% das florestas plantadas do Brasil em 2015, demonstrando entre os anos de 2004 e 2011 um crescimento de 48,3% na área plantada com a espécie. O rendimento dos plantios também tem crescido anualmente e atingiu  $39 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em 2014.

Atualmente, o cultivo do eucalipto atingiu regiões além daquelas tradicionais, como o Sul e o Sudeste, o que evidencia a necessidade de se obterem informações sobre a produção esperada desses novos plantios, ou seja, estudos relacionados ao material genético, silvicultura e aspectos relacionados a toda sua cadeia produtiva (SANTANA et al., 2008).

### 1.2. A agricultura no paradoxo ambiental

A expansão da agricultura contribuiu para o crescimento do Brasil como fornecedor de produtos agrícolas (TOWNSEND et al., 2009). Mas em contrapartida, segundo Calil et al.

(2016), a expansão desenfreada da agricultura causou profundas mudanças nos recursos naturais, além de mudanças na vegetação natural e nas propriedades do solo. Para os autores, a agressividade da agricultura pode ser manejada na forma como as atividades são praticadas e em como o ambiente é gerenciado.

A demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de gases de efeito estufa, requer soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico, sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais (BALBINO et al., 2011). A intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar esses interesses (BALBINO et al., 2011).

As principais estratégias para a redução da emissão dos gases de efeito estufa consistem em redução da queima de combustíveis fósseis, minimização de desmatamento e queimadas, manejo adequado do solo e maximização do sequestro de carbono no solo (CARVALHO et al., 2008). Quanto às duas últimas estratégias, o uso de práticas conservacionistas do solo é indiscutível para sua otimização (CARVALHO et al., 2008).

Bungenstab et al. (2012) cita que dentre essas práticas, podemos destacar os SAFs (Sistemas Agroflorestais) ou ainda, sistemas agrossilvipastoris, que têm sido apontados como uma estratégia de produção sustentável, sendo uma excelente alternativa para conciliar os conflitos de interesse entre a sociedade crescente e a conservação do meio ambiente.

### **1.3. Sistemas Agroflorestais**

Os SAFs integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais, e são considerados, atualmente, inovadores no Brasil, embora vários tipos de plantios associados entre culturas anuais e culturas perenes ou entre frutíferas e árvores madeireiras sejam conhecidos na Europa desde a antiguidade. Vários escritores romanos do século I d.C. – entre eles, Caio Plínio, que escreveu a enciclopédia intitulada História Natural (*Naturalis Historia*), composta de 37 livros, e Lucius Junius Moderatus, autor com maior repertório documentado sobre a agricultura romana – fazem referência a sistemas de integração entre árvores, como nogueiras e oliveiras, e pastagens (DUPRAZ e LIAGRE, 2008).

Com o aumento da demanda por alimentos e a evolução tecnológica na produção, a atividade agrícola moderna passou a se caracterizar por sistemas padronizados e simplificados de monocultura (BALBINO et al., 2011). Além disso, com a expansão da fronteira agrícola e com o manejo mecanizado do solo e o uso de agroquímicos e da irrigação, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada,

independente e dissociada (BALBINO et al., 2011). Esse modelo da produção agropecuária predomina nas propriedades rurais em todo o mundo; entretanto, tem mostrado sinais de saturação, em virtude da elevada demanda por energia e por recursos naturais que o caracteriza (BALBINO et al., 2011). Para Gholz (1987), quando lavouras, gado e árvores passaram a ter gestões separadas, para atender à agricultura, à pecuária e à silvicultura modernas, aconteceu o desaparecimento da pequena agricultura familiar.

Alguns esforços para reverter o processo de degradação dos solos foram iniciados no final da década de 1970, com a adoção de sistemas de terraceamento integrado em microbacias hidrográficas e o desenvolvimento de tecnologias para compor o sistema plantio direto (SPD), principalmente no Sul do Brasil (CASTRO FILHO et al., 2002). Segundo Macedo (2009), a mudança do paradigma de baixa sustentabilidade do qual entramos, pode ser alcançada utilizando tecnologias como o SPD (Sistema Plantio Direto) e os sistemas agrossilvipastoris. Para o autor, a utilização do SPD de forma integral, nas diversas condições edafoclimáticas que nos deparamos no país, integração lavoura-pecuária depende completamente de rotação de culturas, que é uma das práticas preconizadas para a produção e a manutenção de palha sobre o solo.

Esses sistemas têm sido introduzidos em várias regiões do Brasil, pois permite segundo Moreira et al. (2018), a continuidade da produção de alimentos, intensificando o uso da terra, reduzindo custos, aumentando a renda, e agregando sustentabilidade às atividades agrícolas. Este sistema otimiza as interações biológicas com os efeitos sinérgicos entre árvores e culturas agrícolas, ao mesmo tempo que proporciona maior produção por área Moreira et al. (2018). Balbino et al. (2011) classifica os SAFs em: integração lavoura-pecuária-floresta (agrossilvipastoril), integração lavoura-pecuária (agropastoril), integração pecuária-floresta (silvipastoril) e integração lavoura-floresta.

Para Cordeiro et al. (2015), o adequado desempenho de SAFs, e em especial do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta se deve a uma série de fatores. Podemos citar, por exemplo, a inclusão de espécies que são mais tolerantes ao sombreamento, a distribuição espacial das espécies na área e práticas de manejo que levem a uma produção mais eficiente. Ainda segundo o autor, a introdução de árvores em sistemas integrados aumenta o potencial de captura de carbono, o que contribui para uma maior disponibilidade de nutrientes, com efeitos na produção e conservação do solo, quando comparamos às monoculturas.

Segundo Calil et al. (2016), os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são uma forma de produção sustentável, criando um consórcio entre o cultivo das lavouras, a produção florestal e a criação de pastagens para pecuária, buscando uma sinergia entre os

componentes do sistema, fazendo com que a integração de culturas agrícolas com espécies arbóreas tenha inúmeros benefícios aos componentes, como por exemplo, a manutenção e o aumento da ciclagem de nutrientes. Os autores destacam como os principais benefícios, a melhoria da fertilidade do solo, o aumento do sequestro de carbono e o fornecimento de forragem e condições ambientais mais favoráveis para os animais. Ainda segundo os autores, as espécies florestais ajudam a manter a ciclagem de nutrientes ao decompor a cobertura morta.

A decomposição da cobertura morta é considerada o principal meio de transferência de nutrientes para o solo, possibilitando sua reabsorção pela planta viva. A sombra das árvores e a presença de cobertura morta reduzem as altas temperaturas do solo e as árvores também atenuam a velocidade do vento. Esses dois fatores afetam a taxa de evaporação, o balanço hídrico do solo e a evapotranspiração, pois aumenta a disponibilidade de água para as plantas, influenciando no rendimento das culturas agrícolas e pastagens (CALIL et al., 2016).

Muito tem se falado a respeito de SAFs na literatura nos últimos anos. Balbino et al. (2011), estudaram a evolução tecnológica e os arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em consórcio no Brasil. Calil et al. (2016), avaliaram a biomassa e o estoque nutritivo de braquiária e serapilheira acumuladas em um sistema de sucessão silvipastoril de espécies arbóreas do Cerrado. Moreira et al. (2018), avaliaram os atributos agronômicos e a eficiência de produção de silagens e grãos de milho em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com o consórcio de cultivares de eucalipto, milho e braquiária durante três anos agrícolas. Vilela et al. (2011) analisaram os benefícios e as perspectivas para sistemas de integração lavoura-pecuária no processo de intensificação de uso do solo em rotação entre lavoura e pastagens no Cerrado.

Ao trabalharmos com forrageiras e arbóreas nos deparamos com um problema, a grande diferença de crescimento inicial. Se as duas espécies forem implantadas juntas, a espécie forrageira pode atrapalhar ou mesmo não permitir o crescimento e desenvolvimento da espécie arbórea, devido ao rápido crescimento inicial apresentado por essas espécies. Isso faz com que as práticas tenham que ser bem planejadas, para que não ocorra o sufocamento das mudas das espécies arbóreas pelas forrageiras, o que não acontece com a integração lavoura-pecuária, por exemplo. Um bom exemplo reportado por Alvarenga et al. (2010), que ressaltam o cultivo do milho para silagem ou grãos, que é bem adaptado quando integrado a pastagem, devido crescimento inicial e ao tamanho das plantas de milho, o que permite competir com a forragem e ser colhida na inserção da espiga. Mas, no entanto, de acordo com Mendes et al. (2013), o milho pode apresentar baixo desempenho em áreas sombreadas por copas das árvores em

sistemas de integração lavoura-floresta, comprovando a necessidade de um planejamento minucioso.

Isso torna fundamental o conhecimento sobre a eficiência da produção da espécie agrícola anual durante o crescimento da espécie arbórea nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, lavoura-floresta e pecuária-floresta para que seja possível a determinação da duração da fase florestal desses sistemas (MOREIRA et al., 2018).

Para Alvarenga e Noce (2005) a integração entre lavoura-pecuária pode ser definida como a diversificação, a rotação, a consorciação ou a sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, em um mesmo sistema, de forma que ambas possam se beneficiar. O sistema possibilita que a área seja explorada economicamente durante todo o ano, o que favorece o aumento da oferta de grãos, de carne e de leite, a um custo mais baixo, como resultado do sinergismo entre lavoura e pastagem (ALVARENGA; NOCE, 2005).

Segundo Carvalho et al. (2010), a integração lavoura-pecuária vem apresentando considerável potencial de acúmulo de carbono no solo. Foi observado por estes autores na região do Cerrado, considerável aumento nos estoques de carbono do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária sob SPD, quando comparados às áreas sob o SPD sem a presença de forrageira na rotação ou na sucessão de culturas. Bayer et al. (2006) já havia comprovado o potencial de sequestro de carbono do SPD no Brasil.

### **1.3.1. O eucalipto nos Sistemas Agroflorestais**

As árvores, indiscutivelmente, desempenham papel chave na problemática do sequestro de carbono, o que torna os sistemas de integração pecuária-floresta ainda mais relevantes para o Cerrado. Segundo Balbino et al. (2011), nas duas últimas décadas de, 1990 e 2000, o eucalipto tem sido estabelecido no Cerrado, em combinação com culturas do arroz e da soja nos primeiros dois anos, seguido de pastagens de braquiária e gado de corte, a partir do terceiro ano. Estudos recentes indicam que os sistemas agrossilvipastoris armazenam maior quantidade de carbono do que o recorte único de espécies e sistemas de pastoreio, na superfície e em subsuperfície (NAIR et al., 2011).

No trabalho de Oliveira et al. (2008), foi estudado a produção de madeira, o estoque de carbono e a rentabilidade econômica, incluindo a venda de créditos de carbono, de sistemas silvipastoris com *Eucalypto grandis* e *Pinus elliottii* em consórcio com pastagens. Como resultado, obtiveram que as árvores acarretam em retorno econômico em todos os sistemas testados. A venda de créditos de carbono torna o componente florestal ainda mais atrativo,

principalmente em decorrência do lucro desde o início do projeto. Já em Müller et al. (2009), foi avaliado o estoque de carbono em sistema silvipastoril misto com *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*, e observaram que para o eucalipto, houve valor mais elevado de biomassa produzida e de carbono fixado do que para a acácia.

Tsukamoto Filho et al. (2004) se propuseram a quantificar o carbono fixado pelo sistema agrissilvipastoril com eucalipto, arroz, soja e braquiária em uma escala temporal adequada, visando a produção de madeira para energia e serraria, produtos agrícolas e carne bovina, implantado na região do cerrado de Minas Gerais. Segundo os autores o sistema agrossilvipastoril é considerado o mais indicado para projetos de fixação de carbono, pois, aos cinco anos, o eucalipto havia fixado maior quantidade de carbono do que em sistemas tradicionais.

#### **1.4. Cobertura Vegetal**

A fim de restaurar quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, o uso de plantas de cobertura vegetal é uma ótima alternativa para aumentar a sustentabilidade do sistema agrícola, uma vez que estas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e as liberam mais tarde pela decomposição de seus resíduos. (DUDA et al., 2003).

Segundo Machado e Assis, (2010), a espécie forrageira *Urochloa decumbens*, conhecida como braquiária, devido à sua fácil dessecação, já que a mesma não se mostra resistente ao glifosato, pode ser utilizada satisfatoriamente para fins de cobertura do solo. Mas, ainda pairam muitas dúvidas sobre as interações entre as culturas de cobertura e florestais para que os agricultores possam desfrutar de todos os benefícios do sistema, e para isso é importante conhecer o efeito dessa cobertura no desenvolvimento inicial de plantas cultivadas.

A dessecação do material de cobertura, antes do SPD é fundamental para adequado desempenho das culturas (ALMEIDA, 1991), e no controle da planta de cobertura, os herbicidas sistêmicos de ação total são normalmente usados, entre os quais o glifosato tem mostrado excelentes resultados de controle (GRAAT, 2018). No entanto, para o uso como palhada na cobertura do solo, é necessário se informar a respeito do período ideal entre a dessecação e a semeadura da cultura, para que não haja influência negativa na cultura que virá a seguir (NUNES et al., 2006). De acordo com Souza et al. (2003), a incorporação de palhada de braquiária causa um efeito inibitório sobre o crescimento inicial do eucalipto, que é proporcional à quantidade incorporada.

Segundo Toledo (1994) a expansão dos plantios florestais aconteceu em áreas de cerrado anteriormente ocupadas por pastagens de braquiária, que tem que ser secas para o

plântio do eucalipto. Há relatos na literatura que a dessecação da braquiária acontece muito próxima da sementeira de culturas anuais, como por exemplo, na cultura da soja observado por Nepomuceno et al. (2012) ou na cultura do girassol relatado por Giancotti et al. (2015), é observado, de acordo com Nepomuceno et al. (2012), efeitos supressores devido a alelopatia.

### **1.5. Nitrogênio**

Os nutrientes minerais possuem funções essenciais e específicas no metabolismo vegetal, podendo agir como constituintes da estrutura orgânica, ativadores de reações enzimáticas, carreadores de cargas e osmorreguladores (MARSCHNER, 2012). Em espécies florestais, a nutrição pode afetar além do crescimento, a qualidade das mudas, por promover uma excelente formação do sistema radicular e permitir uma melhor adaptação e conseqüente sobrevivência após o plântio no campo (CARNEIRO, 1995).

Os nutrientes necessários para o desenvolvimento das mudas em fase de crescimento são os mesmos para todas as espécies vegetais, sendo que as quantidades extraídas se diferenciam entre e dentro de cada espécie (HIGASHI et al. 2002), e o nitrogênio (N) é considerado por Graciano et al. (2006), um dos nutrientes que mais limitam o crescimento das mudas.

Em geral, para Freiburger et al. (2013), o crescimento inicial é extremamente importante para as espécies florestais, sendo este período o responsável pela rusticidade e maturidade das plantas, características fundamentais para um adequado desenvolvimento no campo. Dentre os principais fatores que interferem no crescimento inicial das plantas, os autores destacam a condição nutricional e a adubação, com destaque à nitrogenada, por desempenhar importante papel na absorção de outros nutrientes.

De acordo com Moreira e Siqueira (2006), o nitrogênio (N) é um dos principais componentes da clorofila, sendo, portanto, o elemento requerido em maiores quantidades pelas plantas superiores, que só são capazes de absorvê-lo na forma inorgânica. Essa característica se torna um inconveniente, já que a maior quantidade deste nutriente é encontrada no solo na forma orgânica.

Quando há deficiência de N rapidamente o crescimento das plantas é inibido, e a maioria das espécies apresenta clorose em folhas mais velhas, com necrose e subseqüente queda na condição de deficiência severa (MARSCHNER, 2012). Mas, o principal efeito da baixa disponibilidade de N é a redução da taxa fotossintética (HAY; PORTER, 2006), que acontece pela diminuição da concentração de clorofila.

Field (1983) ressalta que uma melhor distribuição do nitrogênio foliar na planta maximiza o ganho em carbono do dossel, já que segundo Raven et al. (1986), o N atua como componente essencial das proteínas, clorofila e tilacóides. Com o aumento do dossel é necessário a formação de novos tecidos da parte aérea da planta, o que por outro lado aumenta a demanda de N para a síntese de proteínas (MAJEROWICZ; KERBAUY, 2002). O N absorvido é incorporado na planta como aminoácidos e, como resposta do aumento do seu suprimento, as proteínas sintetizadas promovem o crescimento foliar, aumentando assim a área superficial fotossintética (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Assim, o acúmulo de matéria seca é dependente do N que a planta é capaz de absorver, construindo assim área foliar por unidade de N absorvido (HAY; PORTER, 2006), ilustrando a relação entre o suprimento de N, a distribuição de N foliar e a fotossíntese (GASTAL; LEMAIRE, 2002).

A maioria das características de crescimento e a acumulação de nutrientes pelas mudas são influenciadas positivamente pela adubação nitrogenada (TUCCI et al., 2008), onde menores doses de N fornecidas as espécies florestais limitam o crescimento inicial, e maiores doses promovem maior acúmulo de todos os nutrientes em função do incremento de produção de matéria seca (FREIBERGER et al., 2013).

Jesus et al. (2012), aplicando 154 kg ha<sup>-1</sup> de N, o um aumento de 58,1% de aumento no volume de madeira em povoamentos adultos de eucalipto. Ros et al. (2016), avaliando tipos de adubação e sua resposta no crescimento inicial de Eucalipto e Cedro Australiano, concluíram que com a ausência de nitrogênio houve redução na altura de plantas, diâmetro da copa e diâmetro à altura do peito. Os autores concluíram também que a ausência de outros macronutrientes, como o fósforo e potássio, não influenciaram no crescimento dessas duas espécies florestais.

### **1.5.1. Função do nitrogênio para o Eucalipto**

Mesmo que o N seja um nutriente requerido em grandes quantidades pelas plantas, os efeitos de sua aplicação na produção de matéria seca de eucalipto são divergentes (JESUS et al., 2012), com os efeitos na produção de matéria seca se apresentando como positivos em alguns casos, como evidenciado em Smethurst et al. (2004) e em Jesus et al. (2012). Mas em alguns casos pode desencadear resposta negativa como em Stape e Benedetti (1997), Garategui (2002) e Pulito (2009). Para Ferreira (2013), quando há resposta do eucalipto ao Nitrogênio, é evidenciado de 10 a 20% de aumento na matéria seca, que parece diminuir ou até desaparecer com o tempo de cultivo.

Gonçalves et al. (2000) relatam que a intensidade da resposta do eucalipto à adubação nitrogenada é de baixa magnitude, e estudos como os de Furtini Neto et al. (1996) e Santana et al. (2002) encontraram diferenças nutricionais entre as espécies de eucalipto, como resposta da planta ao N. Esses autores acreditam que a compreensão da demanda de nutrientes e a eficiência dos materiais genéticos em converter esses nutrientes em biomassa são aspectos importantes.

Segundo Ferreira (2013), na fase inicial, o crescimento do eucalipto é mais pronunciado, havendo maior demanda de N, fazendo com que a ciclagem biogeoquímica não seja suficiente para suprir a necessidade desse nutriente pelo eucalipto. Em contraste, em plantios mais velhos a demanda de N diminui e ciclos biogeoquímicos de N aumentam pela maior quantidade de folhas que caem das árvores. Na produção de mudas de eucalipto, segundo Silveira e Higashi (2003), também é necessária uma maior quantidade de N na fase inicial do desenvolvimento para que seja alcançado aumento da área foliar, proporcionando assim uma maior atividade fotossintética. Já na fase de rustificação, para que haja engrossamento do caule e principalmente o aumento da rigidez da muda, características que conferem maior resistência às condições adversas, é necessária redução da quantidade de N.

### **1.5.2. Relação Carbono / Nitrogênio**

Segundo Fraga e Salcedo (2004), a disponibilidade de nutrientes no solo depende basicamente da mineralização da matéria orgânica do solo. Entre os fatores que afetam a taxa de decomposição de resíduos no solo estão o contato solo/resíduo, o regime hídrico, a adição de N inorgânico ao solo, a temperatura do solo, a relação C/N, o teor de lignina e polifenóis e a concentração de N no tecido vegetal (ACOSTA et al., 2014). Mas, para esses autores a relação C/N dos resíduos do solo é o principal fator na decomposição e na relação entre mineralização e imobilização de N pela biomassa microbiana. Janssen (1996), analisando vários estudos relacionados à mineralização do N, evidenciou que a fração de N orgânico mineralizada está inversamente relacionada à relação C/N, de maneira idêntica à decomposição dos resíduos.

Em manejos conservacionistas, sob clima tropical e subtropical, preconiza-se a adição de elevadas quantidades de resíduos culturais, compensando a rápida decomposição, a fim de manter a superfície do solo protegida pelo maior período de tempo possível (DERPSCH et al., 2010), assim como para incrementar o teor de matéria orgânica do solo (AMADO et al., 2006). De maneira geral as espécies gramíneas são extremamente benéficas para a formação de palhada no Cerrado brasileiro. Nas condições de altas temperaturas e umidade deste ambiente, a palhada das gramíneas permanece no solo fornecendo proteção física, umidade adequada e

contribui para o aumento dos teores de carbono orgânico no solo, apresentando produção de matéria seca superior a outras plantas de coberturas como o sorgo (ROSSI et al., 2013).

Para a planta de cobertura atender a demanda em N da cultura subsequente, é necessário que a liberação de N dos resíduos ocorra em sincronismo com a demanda da cultura em sucessão (ACOSTA et al., 2014), mas segundo Janzen e Kucey (1988), a composição bioquímica dos resíduos vegetais explica menos a mineralização de N do que a concentração de N no tecido vegetal. Para adubos verdes do semiárido, Alves et al. (2011) verificaram que houve ampla variação no N mineralizado e que a magnitude da relação polifenol/N foi determinante para a prevalência da mineralização ou da imobilização de N.

Os processos de mineralização e imobilização de N são simultâneos e opostos no solo, onde, a dinâmica e intensidade relativa destes, depende da quantidade de N mineral no solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A ocorrência favorável à mineralização ou imobilização é influenciada por diversos fatores. Dentre eles podemos destacar a temperatura, umidade, presença de O<sub>2</sub>, biomassa de solo e os conteúdos de C e N do material orgânico adicionado ao solo (LOPES et al., 2004), fatores físicos do solo como textura; fatores químicos como o pH; parâmetros da qualidade do resíduo que está sendo decomposto, tal como além da relação C/N, também as relações C/P e C/S e o teor de frações facilmente decomponíveis e recalitrantes; o tipo de decompositores associados; a atividade e tamanho da biomassa microbiana e a disponibilidade de N inorgânico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006)..

### **1.5.3. Imobilização de Nitrogênio**

O nitrogênio é um dos nutrientes mais abundantes nas camadas mais superficiais dos solos, mas frequentemente, tem limitado o crescimento de plantas em vários ecossistemas por sua predominância em compostos nitrogenados orgânicos (N orgânico) não disponíveis ou pouco disponíveis (PEGORARO et al., 2016). Ecossistemas agrícolas, em especial os ecossistemas florestais, nos quais o ciclo de crescimento é mais longo, o N orgânico é a principal fonte de N para as plantas, pois cerca de 95% do N total do solo se encontra imobilizado na matéria orgânica (NGUYEN; SHINDO, 2011).

A imobilização do N é a retenção, na biomassa microbiana, do N inorgânico liberado ao solo pelo processo de mineralização (HUTCHISON; WALWORTH, 2007), e embora o plantio direto promova um aumento nos teores de nitrogênio total do solo, frequentemente é observada uma menor absorção de nitrogênio (AMADO et al., 2000).

Dentre todos os fatores que podem ser apontados como responsáveis pela menor disponibilidade de nitrogênio, a imobilização microbiana do tem sido considerada a mais

importante (KITUR et al., 1984). Essa imobilização ocorre em maiores quantidades nas camadas superficiais do solo (VARGAS; SCHOLLES, 1998), podendo ser suficientemente elevada para, isoladamente, afetar a absorção de nitrogênio pelas plantas (VARGAS et al., 2005).

A imobilização de N pela biomassa do solo constitui um dreno importante de N, mas possui um caráter transitório, sendo que um conhecimento aprofundado do processo, aliado a práticas de manejo adequadas pode traduzir em benefício para o sistema solo-planta, contornando-se a indisponibilidade na época de maior demanda de N pela cultura (CABEZAS; COUTO; 2007).

Segundo Hasada et al. (1992), a imobilização de N pela biomassa durante a decomposição ocorre de forma direta, pela imobilização de substratos nitrogenados orgânicos de baixo peso molecular, como por exemplo os aminoácidos, e de forma indireta, pela imobilização de N mineral após a mineralização de N orgânico.

Na imobilização, o  $\text{NH}_4^+$  é preferencialmente utilizado pela biomassa de solo (Recous et al., 1988), em detrimento do  $\text{NO}_3^-$ . Segundo Broadbent e Tyler (1965), o aumento de pH no solo favorece maior imobilização de N- $\text{NH}_4^+$ , e a imobilização ocorre quando a relação C/N excede valores de 20:1 a 25:1 (LOPES et al., 2004).

#### **1.5.4. Mineralização do Nitrogênio**

A mineralização consiste no processo de conversão biológica do N ligado organicamente em proteínas, amino açúcares e ácidos nucleicos, em N inorgânico (HUTCHISON; WALWORTH, 2007), e acontece de forma rápida em solos com alto teor de matéria orgânica, dependendo dos fatores climáticos, físicos e biológicos (ANDREOLI, 2001). Mas, se por um lado a biomassa microbiana imobiliza o nitrogênio, diminuindo a sua disponibilidade para as plantas, por outro, pode se constituir em uma fonte de nitrogênio potencialmente mineralizável. Os nutrientes imobilizados pela comunidade microbiana podem atingir valores elevados, mas a sua reciclagem e liberação são mais rápidas do que as de outras frações da matéria orgânica do solo (MARY et al., 1996).

O fracionamento do N orgânico por meio de hidrólise possibilita a separação de formas de N lábeis do solo, que nesse processo de mineralização podem rapidamente ser sintetizados, liberando N inorgânico ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ) à solução do solo. Porém, boa parte do N orgânico pode compor frações mais estáveis no solo (YONEBAYASHI e HATTORI, 1980).

Segundo Pegoraro et al. (2016), o revolvimento do solo interfere diretamente na abundância de formas lábeis e estáveis (não hidrolisadas) do N no solo. Segundo Camargo et

al. (1997) e Nguyen e Shindo (2011), variações na fração de N-não hidrolisado podem estar relacionadas ao manejo dos solos, pois quanto maior a intensidade de hidrólise das frações orgânicas do N no solo, maior será a presença de partículas mais finas que podem constituir o N-não hidrolisado.

### 1.6. Referências Bibliográficas

ACOSTA, J. A. A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 801-809, 2014.

ALMEIDA F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 26, p. 221-236, 1991.

ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 16p, 2005.

ALVARENGA, R. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema integração lavoura-pecuária-floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v.31, n. 257, p.59-67, 2010.

ALVES, R. N.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; PEREIRA, W. E. Relação entre qualidade e liberação de N por plantas do semiárido usadas como adubo verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p.1107-1114, 2011.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B. H. C.; VEIGA, M. Potential of Carbon Accumulation in No-Till Soils with Intensive Use and Cover Crops in Southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, v.35, n. 4, p. 1599-1607, 2006.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUL, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.1, p.179-189, 2000.

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (Org.). Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG; Curitiba: SANEPAR, 2001. 484 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 6)

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTÍNEZ, G.B.; ALVARENGA, R.C.; KICHEL, A.N.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; FRANCHINI, J.C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10 p. 1-12, 2011.

BARBOSA, L. C. A.; FILOMENO, C. A.; TEIXEIRA, R.R. Chemical variability and biological activities of *Eucalyptus* spp. volatile oils. **Molecules**, Emeryville-CA, v. 21, n. 12, 2016.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil and Tillage Research**, v.86, p. 237-245, 2006.

BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo-SP, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.

BROADBENT, F. E.; TYLER, K. B. Effect of pH on nitrogen immobilization in two Californian soils. **Plant Soil**, v. 23, p. 314- 322, 1965.

BROOKER, M. I. H.; KLEINIG, D. A. **Field guide to *Eucalyptus***. 3 ed. Melbourne-VIC: Bloomings Books, 2006. 356 p.

CABEZAS, W. A. R. L.; COUTO, P. A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 739-752, 2007.

CALIL, F. N.; LIMA, N. L.; SILVA, R. T.; MORAES, M. D. A. de; BARBOSA, P. V. G.; LIMA, P. A. F.; BRANDAO, D. C.; SILVA-NETO, C. de M.; CARVALHO, H. C. de S.; NASCIMENTO, A. dos R. Biomass and nutrition stock of grassland and accumulated litter in a silvopastoral system with Cerrado species. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3701-3709, 2016.

CAMARGO, O. F. A.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Tempo de hidrólise e concentração de ácido para fracionamento do nitrogênio orgânico do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 221-227, 1997.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, J.L.N.; AVANZI, J.C.; SILVA, L.M.N.; MELLO, C.R. de; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n. 2, p.277-289, 2010.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Adequação dos sistemas de produção rumo à sustentabilidade ambiental. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p.671-692.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M. D. F.; FONSECA, I. C. B. Aggregate stability under different soil management systems in a Red Latosol in the state of Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.65, p.45-51, 2002.

CORDEIRO, L. A. M.; ROBÉLIO, L. V.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília-DF, v.32, p.15-53, 2015.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; LI, H. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **Journal Agriculture & Biology**, v.3, p.1-25, 2010.

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 Agrícola**, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2003.

DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. **Agroforesterie: des arbres et des cultures**. Paris: France Agricole, 2008. 413p.

FERREIRA, E. V. O. **Indicadores fisiológicos do status de nitrogênio em plantas de eucalipto**. 2013. 81 p. Tese (Doutor em Ciências) – Programa de pós graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, 2013.

FREIBERGER, M. B; GUERRINI, I. A.; GALETTI, G.; FERNANDES, D. M.; CORRÊA. J. C. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*cedrela fissilis* vell.) Em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, v.37, n.3, p.385-392, 2013

FLORES, T. B.; ALVARES, C. A.; SOUZA, V. C.; STAPE, J. L. **Eucalyptus no Brasil: Zoneamento climático e guia para identificação**. Piracicaba-SP: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF, 2016. 447 p.

FRAGA, V. S.; SALCEDO, I. H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society America Journal**, v.68, p. 215-224, 2004.

FURTADO, T. S.; FERREIRA, J. C.; BRAND, M. A.; MUNIZ, G. I. B.; QUIRINO, W. F. Mapeamento da frequência de uso e características da biomassa florestal utilizada para a geração de energia em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 795-802, 2012.

FURTINI NETO, A.E. **Eficiência nutricional, cinética de absorção e frações fosfatadas em *Eucalyptus spp.*** 1994. 99 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa Viçosa-MG, 1994.

GARATEGUI, A. L. **Study of the nitrogen response of *Eucalyptus dunnii* Maiden for biomass production**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidad de la República, Montevideo-Uruguay, 2002.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 789-799, 2002.

GHOLZ, H. L. **Agroforestry: realities, possibilities and potentials**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987. 227p.

GIANCOTTI, P. R. F.; NEPOMUCENO, M. P.; ALVES, P. L. C. A.; YAMAUTI, M. S. Ideal desiccation periods of *Urochloa ruziziensis* for a no-till sunflower crop. **International journal of plant production**, v. 9, p. 39-50, 2015.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETT, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In:

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETT, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba-SP: IPEF, 2000. p.1-58.

GRAAT, Y.; BACHA, A. L.; NEPOMUCENO, M. P.; ALVES, P. L. C. A. Initial Development of *Eucalyptus* According to Different Desiccation Periods of Signalgrass. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 36, n. 1, p. 1-8, 2018.

GRACIANO, C.; GOYA, J. F.; FRANGI, J. L.; GUIAMET, J. J. Fertilization with phosphorus increases soil nitrogen absorption in young plants of *Eucalyptus grandis*. **Forest Ecology and Management**, v. 236, p.202-210. 2006.

HAY, R. K. M.; PORTER, J. R. **The physiology of crop yield**. 2 ed. Blackwell, Oxford, 2006. 314p.

HASADA, A.; SOFERA, M.; MOLINAB, J. A. E.; BARAKB, P.; CLAPPB, C. E. Assimilation of nitrogen by microbial population:  $\text{NH}_4^{4+}$  versus organic N. **Soil Biology Biochemistry**, v. 24, p.137-143, 1992.

HIGASHI E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. **Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de Eucalyptus**. IPEF, 2002. (Circular técnica 194).

HUTCHISON, C. M. W.; WALWORTH, J. L. Evaluating the effects of gross nitrogen mineralization, immobilization, and nitrification on nitrogen fertilizer availability in soil experimentally contaminated with diesel. **Biodegradation**, v. 18, p. 133-144, 2007.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório anual 2016**. 2016. <Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2018.

JANSSEN, B. H. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. **Plant and Soil**, v. 181, p.39-45, 1996.

JANZEN, H. H.; KUCEY, R. M. N. C, N, and S mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime. **Plant Soil**, v. 106, p. 35-41, 1988.

JESUS, G. L. de; BARROS, N. F. de; SILVA, I. R. da; NEVES, J. C. L.; HENRIQUES, E.; LIMA, V. C., FERNANDES, L. V.; SOARES, E. M. B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V. 36, n. 1, p. 201-214, 2012.

KITUR, B. K.; SMITH, M. S.; BLEVINS, R. L.; FRYE, W. W. Fate of  $^{15}\text{N}$ -depleted ammonium nitrate applied to no-tillage corn. **Agronomy Journal**, v.76, n.2, p.240-242, 1984.

LOPES, A. S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: Bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA, 2004. 115p.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 9, p.133-146, 2009.

- MACHADO, L. A. Z.; ASSIS P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.
- MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3 ed. London, Academic Press, 2012. 651p.
- MARY, B.; RECOUS, S. DARVIS, D.; ROBIN, D. Interactions between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil. **Plant and Soil**, v. 181, n. 1, p.71-82, 1996.
- MENDES, M.M. de S.; LACERDA, C.F. de; CAVALCANTE, A.C.R.; FERNANDES, F.É.P.; OLIVEIRA, T.S. de. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n. 10, p.1342-1350, 2013.
- MOREIRA, E. D. S.; GONTIJO NETO, M. M.; LANA, A. M. Q.; BORGHI, E.; SANTOS, C. A.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, M. C. M. Production efficiency and agronomic attributes of corn in an integrated crop-livestock-forestry system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 40, p. 419-426, 2018.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras-MG: UFLA, 2006. 729 p.
- MÜLLER, M.D.; FERNANDES, E.N.; CASTRO, C.R.T. de; PACIULLO, D.S.C.; ALVES, F. de F. Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 1, n.60, p.11-17, 2009.
- NAIR, P.K.R.; TONUCCI, R.G.; GARCIA, R.; NAIR, V.D. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian savanna (Cerrado). In: KUMAR, B.M.; NAIR, P.K.R. (Ed.). **Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges**. London: New York: Springer, 2011. p.145-162. (Advances in agroforestry, 8).
- NEPOMUCENO, M. P.; VARELA, R. M.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS J. V. F. Períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo na produtividade da soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 557-565, 2012.
- NGUYEN, T. H.; SHINDO, H. Effects of diferente levels of compost application on amounts and distribution of organic nitrogen forms in soil particle size fractions subjected mainly to double cropping. **Agricultural Sciences**, v.2, n.3, p.213-219, 2011.
- NUNES, U. R.; ANDRADE JUNIOR, 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, n.6, p. 943-948, 2006.
- OLIVEIRA, E. B. de; RIBASKI, J.; ZANETTI, E. A.; PENTEADO JÚNIOR, J. F. Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.57, n. 1, p.45-56, 2008.
- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo- decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 3, v. 32, p. 911-920, 2008.

PEGORARO, R. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; FONSECA, S. Abundância natural de  $^{15}\text{N}$  e formas de nitrogênio em argissolo cultivado com eucalipto e acácia. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 295-305, 2016.

PULITO, A. P. **Resposta à fertilização nitrogenada e estoque de nitrogênio biodisponível em solos usados para plantações de Eucalyptus**. 2009. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2009.

RECOUS, S.; FRENEAU, C.; FAURIE, G.; MARY, B. The fate of labelled  $^{15}\text{N}$  urea and ammonium nitrate applied to a winter wheat crop. I Nitrogen transformations in soil. **Plant Soil**, v. 112, p. 205-214, 1988.

ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no Cerrado goiano. Semina: **Ciências Agrárias**, v.34, p.1523-1534, 2013.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD N. B.; NOVAIS, R. F. Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 697-706, 2008.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 447-457, 2002.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N. **Fertirrigação na produção de mudas de Pinus**. Addubare, n. 6, 2003. 15p. (Circular Técnica).

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. A.; DEBONI, T. L.; PASSOS, B. M. Cadeia produtiva de biomassa de origem florestal: O caso da lenha de eucalipto no polo produtivo de Itapeva-SP. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 310-323, 2018.

SMETHURST, P.J.; HOLZA, G.; MORONIA, M. & BAILLIE, C. Nitrogen management in *Eucalyptus nitens* plantations. **Forest Ecology Management**, v. 193, p. 63-80, 2004.

STAPE, J. L.; BENEDETTI, V. Decréscimo da produtividade e resposta da brotação de *Eucalyptus grandis* à fertilização com macronutrientes em areia quartzosa no Estado de São Paulo-Brasil. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 3., Salvador, 1997. **Proceedings**. Salvador, Colombo-EMBRAPA/CNPF, 1997. p.112-117.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v. 21, p. 343-354, 2003.

TOLEDO, R. E. B. **Manejo de *Brachiaria decumbens* Stapf. em área reflorestada com *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e seu reflexo no crescimento e nutrição mineral da cultura**. 1994. Monografia - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP, 1994.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. **Considerações sobre sistemas de integração lavoura-pecuária na Amazônia**. Porto Velho-RO: Embrapa Rondônia, 2009. 34 p. (Documentos, 130).

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, vol. 39, n. 2, p. 289 – 294, 2009.

TSUKAMOTO FILHO, A.A.; COUTO, L.; NEVES, J.C.L.; PASSOS, C.A.M.; SILVA, M.L. Fixação de carbono em um sistema agrissilvipastoril com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais. **Revista Agrossilvicultura**, v.1, n. 1, p.29-41, 2004.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana, em sistemas de manejo do solo, estimado por métodos de fumigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.3, p.411-417, 1998.

VARGAS, L. K.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão à aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1. p. 76-83, 2005.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.46, n. 10, p.1127-1138, 2011.

YONEBAYASHI, H.; HATTORI, T. Improvements in the method for fractional determination of soil organic nitrogen. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.32, n.4, p.189-200, 1980.

## **CAPITULO 2. CRESCIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO É PREJUDICADO PELO CULTIVO CONSORCIADO COM BRAQUIARIA**

**RESUMO:** O cultivo consorciado de eucalipto e braquiária pode alterar a dinâmica da disponibilidade de N do solo, e conseqüentemente limitar o crescimento inicial das plantas de eucalipto. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de eucalipto clonal, sob diferentes formas de manejos da braquiária e duas doses de nitrogênio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2. As formas de manejo da braquiária foram a incorporação da palhada de braquiária ao solo, o corte da braquiária com a palhada permanecendo na superfície do solo, o cultivo consorciado do eucalipto com a braquiária e por último, apenas o cultivo do eucalipto sem a presença da braquiária (controle). O experimento foi conduzido por 123 dias sob cultivo protegido com telado de 50% de sombreamento. Os resultados demonstraram que o consórcio do eucalipto com a braquiária é prejudicial ao crescimento e a qualidade das mudas da espécie florestal, sendo que o diâmetro do caule, a área foliar e a massa seca de folhas foram inferiores 28%, 41% e 44%, no consorcio em relação ao controle. O consórcio com braquiária é prejudicial ao crescimento inicial do eucalipto até os 123 dias após o transplântio. Em condições de manejo com palhada de braquiária superficial, o crescimento inicial das plantas de eucalipto é favorecido com a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus grandis*, *Brachiaria brizantha*, palhada, consorcio, relação C/N.

**ABSTRACT:** The intercropping of eucalyptus and palisade grass can alter the dynamics of soil N availability and consequently limit the initial growth of eucalyptus plants. In this context, the present work had as objective to evaluate the initial growth of clonal eucalyptus plants under different forms of palisade grass and two nitrogen doses. The management methods of the palisade grass were the incorporation of the palisade grass straw to the soil, the cut of the palisade grass with the straw remaining on the soil surface, the intercropping of the eucalyptus with the palisade grass and, finally, only the cultivation of the eucalyptus without the presence of palisade grass (control). The experiment was conducted for 123 days under protected shading with 50% shading. The results showed that the eucalyptus and palisade grass consortium is detrimental to the growth and quality of seedlings of the forest species, with stem diameter, leaf area and leaf dry mass being 28%, 41% and 44%, in the consortium in relation to the control. The consortium with palisade grass is detrimental to the initial growth of eucalyptus up to 123

days after transplanting. Under management conditions with superficial palisade grass straw, the initial growth of eucalyptus plants is favored with the application of 200 kg ha<sup>-1</sup> of N.

**Key-words:** *Eucalyptus grandis*, *Brachiaria brizantha*, straw, intercrop, C/N ratio.

## 2.1 Introdução

O eucalipto é a principal cultura florestal cultivada no Brasil, a maioria dos povoamentos estabelecidos atualmente são de origem clonal e apresentam grande capacidade produtiva e variabilidade no uso da madeira. O cultivo de eucalipto expandiu significativamente e continua aumentando em áreas de Cerrado anteriormente ocupadas com pastagens, especialmente de *Brachiaria spp.*

Segundo Calil et al. (2016), os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são uma forma de produção sustentável, criando um consórcio entre o cultivo de culturas anuais, espécies forrageiras e a produção florestal, buscando uma sinergia entre os componentes do sistema, fazendo com que a integração de culturas agrícolas com espécies arbóreas tenha inúmeros benefícios ao sistema, como por exemplo, a manutenção e o aumento da ciclagem de nutrientes. Os autores destacam como os principais benefícios, a melhoria da fertilidade do solo, o aumento do sequestro de carbono e o fornecimento de forragem e condições ambientais mais favoráveis para os animais. Ainda segundo os autores, as espécies florestais ajudam a manter a ciclagem de nutrientes ao decompor a cobertura morta.

A decomposição da cobertura morta é considerada o principal meio de fornecimento de nutrientes para o solo, possibilitando sua reabsorção pela planta viva. A sombra das árvores e a presença de cobertura morta reduzem as altas temperaturas do solo e as árvores também atenuam a velocidade do vento. Esses dois fatores afetam a taxa de evaporação, o balanço hídrico do solo e a evapotranspiração, pois aumenta a umidade disponível para as plantas, influenciando no rendimento das culturas agrícolas e pastagens (CALIL et al., 2016).

Vários são os fatores que determinarão a disponibilização de nutrientes após a decomposição da palhada superficial, entre eles a relação de carbono e nitrogênio, a atividade microbiana do solo, a temperatura e a umidade (PAVINATO e ROSOLEM., 2008.). Segundo Rossi et al, (2013) as espécies gramíneas são extremamente benéficas para a formação de palhada no Cerrado brasileiro, nas condições de altas temperaturas e umidades deste ambiente a palhada das gramíneas permanece no solo, fornecendo proteção física, umidade adequada e contribui para o aumento dos teores de carbono orgânico no solo e apresentam grande produção de matéria seca.

Segundo Ferreira (2013), a fase inicial, de crescimento do eucalipto há uma maior demanda de N, fazendo com que a ciclagem biogeoquímica não seja suficiente para suprir a necessidade desse nutriente pelo eucalipto. Em contraste, em plantios mais velhos a demanda de N diminui e os ciclos biogeoquímicos de N aumentam pela maior quantidade de folhas que caem das árvores. Na produção de mudas de eucalipto, segundo Silveira e Higashi (2003), também é necessária uma maior quantidade de N na fase inicial do desenvolvimento para que seja alcançado aumento da área foliar, proporcionando assim uma maior atividade fotossintética. Já na fase de rustificação, para que haja engrossamento do caule e principalmente o aumento da rigidez da muda, características que conferem maior resistência às condições adversas, é necessária redução da quantidade de N.

Este trabalho foi elaborado com base na hipótese de que a braquiária manejada de forma correta pode potencializar o crescimento inicial do eucalipto em sistema silvipastoril. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de eucalipto em sistema silvipastoril sob diferentes manejos de braquiária e doses de nitrogênio.

## **2.2 Material e Métodos**

### **2.2.1. Localização e Caracterização da Área Experimental**

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, em telado de 50% de sombreamento, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Cassilândia (UEMS/UUC), localizada no município de Cassilândia – MS (latitude: 19°05'30,50" longitude: 51°05'55,64" e altitude: 510 metros). Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, a região apresenta clima tropical com estação seca de inverno (Aw).

O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (120 g kg<sup>-1</sup> de argila, 60 g kg<sup>-1</sup> de silte e 820 g kg<sup>-1</sup> de areia). Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo de 0 – 20 cm de profundidade para a realização das análises químicas e os resultados são os seguintes: pH em CaCl<sub>2</sub>: 5,6; M.O.: 14,0 g dm<sup>-3</sup>; P(Mehlich-1): 8,30 mg dm<sup>-3</sup>; K(Melich-I): 0,07 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca(KCl): 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg(KCl): 0,70; H+Al: 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V%: 58%; S-SO<sub>4</sub>: 18,2 mg dm<sup>-3</sup>; B: 0,45 mg dm<sup>-3</sup>; Cu: 0,90 mg dm<sup>-3</sup>; Fe: 32,0 mg dm<sup>-3</sup>; Mn: 76,8 mg dm<sup>-3</sup> e Zn: 12,6 mg dm<sup>-3</sup>.

### **2.2.2 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado, foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, com três repetições. Sendo três formas de manejo da braquiária em consórcio (a -

incorporação da palhada de braquiária até 10 cm de profundidade no solo dos vasos, b - pelo corte da braquiária, deixando-se a palhada se decompor na superfície do solo e c - cultivo consorciado do eucalipto com a braquiária) e um tratamento sem braquiária, apenas com eucalipto (controle). O segundo fator é composto por duas doses de nitrogênio: 50 e 200 kg ha<sup>-1</sup>. As doses de nitrogênio foram aplicadas de forma parcelada, com 50% aplicado aos 51 dias e os outros 50% aplicados aos 61 dias após o transplântio das mudas de eucalipto.

### 2.2.3 Implantação e condução do experimento

Foram utilizadas mudas clonais provenientes de um viveiro florestal, da cidade de Aparecida do Taboado – MS. Utilizou-se o clone AEC - 144, que é um híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*, desenvolvido no norte de Minas Gerais pela empresa Arcelormittal. As mudas clonais provenientes de estaquia foram transplântadas aos 60 dias após a repicagem. O transplântio foi realizado para vasos de 18 litros contendo solo.

A semeadura da braquiária foi realizada no mesmo dia do transplântio das mudas de eucalipto. Utilizou-se sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. Cultivar: MG-5. Uma semana após o transplântio foi realizado o manejo da braquiária nos tratamentos com palhada incorporada e superficial. Para o tratamento com palhada superficial, a braquiária proveniente de uma área de pastejo foi cortada e deixada sobre o solo nos vasos. Para o tratamento da braquiária incorporada, procedeu-se o corte da gramínea, da mesma área descrita anteriormente, e seguida incorporação até 10 cm de profundidade com auxílio de uma pá transplantadora.

A palhada proveniente da braquiária foi pesada e aplicada na proporção em que cada vaso recebesse o equivalente a oito toneladas de massa seca de braquiária por hectare. Para o cultivo consorciado de eucalipto com braquiária, não foi realizado o corte da gramínea. Para todos os tratamentos foi realizada adubação de arranque com aplicação de 500 mg por vaso do fertilizante formulado 04-14-08 e catação espécies daninhas que se desenvolveram no decorrer do experimento, deixando apenas a braquiária e o eucalipto. Realizou-se irrigações diárias uniformes, até que ocorresse a saturação completa do solo.

### 2.2.4 Avaliações realizadas

Aos 123 dias após transplântio, foram realizadas as seguintes avaliações:

a) Diâmetro do caule (mm) – obtido com paquímetro no primeiro entrenó do colmo principal;

b) Altura de planta (cm) – obtida com uma régua, sendo a distância entre a superfície do solo e o ponto mais alto da planta;

Após as plantas foram cortadas rente ao solo e seccionadas em folhas e caule. O sistema radicular foi lavado em água corrente com auxílio de uma peneira de malha fina. As folhas, os caules e as raízes foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C por 72 horas para obtenção da:

c) Massa seca de folhas (g planta<sup>-1</sup>);

d) Massa seca de caule (g planta<sup>-1</sup>);

e) Massa seca do sistema radicular (g planta<sup>-1</sup>);

f) Massa seca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) – estimada a partir da soma da massa seca de folhas e da massa seca de colmo;

g) Massa seca total (g planta<sup>-1</sup>) – estimada a partir da soma da massa seca da parte aérea e da massa seca do sistema radicular;

h) Área foliar (dm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) - foi determinada seguindo a metodologia descrita por Benincasa (2003). Foram retirados dez discos foliares de área conhecida de cada unidade experimental, que foi considerada como a área foliar da amostra (AFA). Em seguida, após a secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, por 72 horas, foi determinada a massa seca da amostra (MSA) e a massa seca das folhas (MSF). A área foliar (AF) foi estimada com a seguinte equação:

$$AF = \frac{AFA \times (MSF + MSA)}{MSA}$$

i) Relação altura de planta diâmetro do caule - estimada pelo quociente entre os valores de altura de planta e diâmetro do caule;

j) Relação parte aérea raiz - estimada pelo quociente entre os valores de massa seca de parte aérea e do sistema radicular;

k) Relação altura de planta massa seca da parte aérea - estimada pelo quociente entre os valores de altura de planta e massa seca de parte aérea;

l) Índice de Qualidade de Dickson - estimado de acordo com a equação a seguir (Dickson et al., 1960):

$$IQD = \frac{MSTO}{\frac{AP}{DC} + \frac{MSPA}{MSSR}}$$

IQD - índice de qualidade de Dickson

MSTO - massa seca total (g)

AP - altura de planta (cm)

DC - diâmetro do caule (mm)

MSPA - massa seca da parte aérea (g)

MSSR - massa seca do sistema radicular (g)

m) Taxa de crescimento absoluto em altura de planta - estimada segundo equação descrita por Benincasa (2003):

$$TCA - A = \frac{AP2 - AP1}{T2 - T1}$$

TCA - A - taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (cm dia<sup>-1</sup>)

AP1 - altura de planta no tempo T1 (cm);

AP2 - altura de planta no tempo T2 (cm);

T1 - início do período de determinação da taxa de crescimento absoluto (dias)

T2 - final do período de determinação da taxa de crescimento absoluto (dias)

n) Taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule - estimada segundo equação descrita por Benincasa (2003):

$$TCA - D = \frac{DC2 - DC1}{T2 - T1}$$

TCA - D - taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule (mm dia<sup>-1</sup>)

DC1 - diâmetro de caule no tempo T1 (mm);

DC2 - diâmetro de caule no tempo T2 (mm);

T1 - início do período de determinação da taxa de crescimento absoluto (dias)

T2 - final do período de determinação da taxa de crescimento absoluto (dias)

### 2.2.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos às análises de normalidade e homocedasticidade. Posteriormente, os dados então foram submetidos à análise de variância e, a significância dos quadrados médios obtidos foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias referentes aos manejos da braquiária foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As médias referentes as doses de nitrogênio foram comparadas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

## 2.3 Resultados e Discussão

As diferentes formas de manejo da braquiária influenciaram o diâmetro de caule, a área foliar, a massa seca de folhas, a relação altura de planta/massa seca da parte aérea, o Índice de qualidade de Dickson e a taxa de crescimento absoluta em diâmetro do caule (Tabela 1). Foi

constatado interação entre os fatores manejo da braquiária e doses de nitrogênio para as variáveis altura de planta, massa seca de caule, massa seca do sistema radicular, massa seca da parte aérea, massa seca total, relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular e taxa de crescimento absoluta em altura de planta (Tabela 1). O fator nitrogênio não influenciou nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 1). A relação altura de planta/diâmetro do caule não foi influenciada por nenhum dos fatores avaliados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), área foliar (AF), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MSTO), relação altura de planta diâmetro do caule (AP/DM), relação parte aérea raiz (MSPA/MSR), relação altura de planta massa seca da parte aérea (AP/PA) Índice de Qualidade de Dickson (IQD), taxa de crescimento absoluta em altura de planta (TCA-A) e taxa de crescimento absoluta em diâmetro do caule (TCA-D) de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio

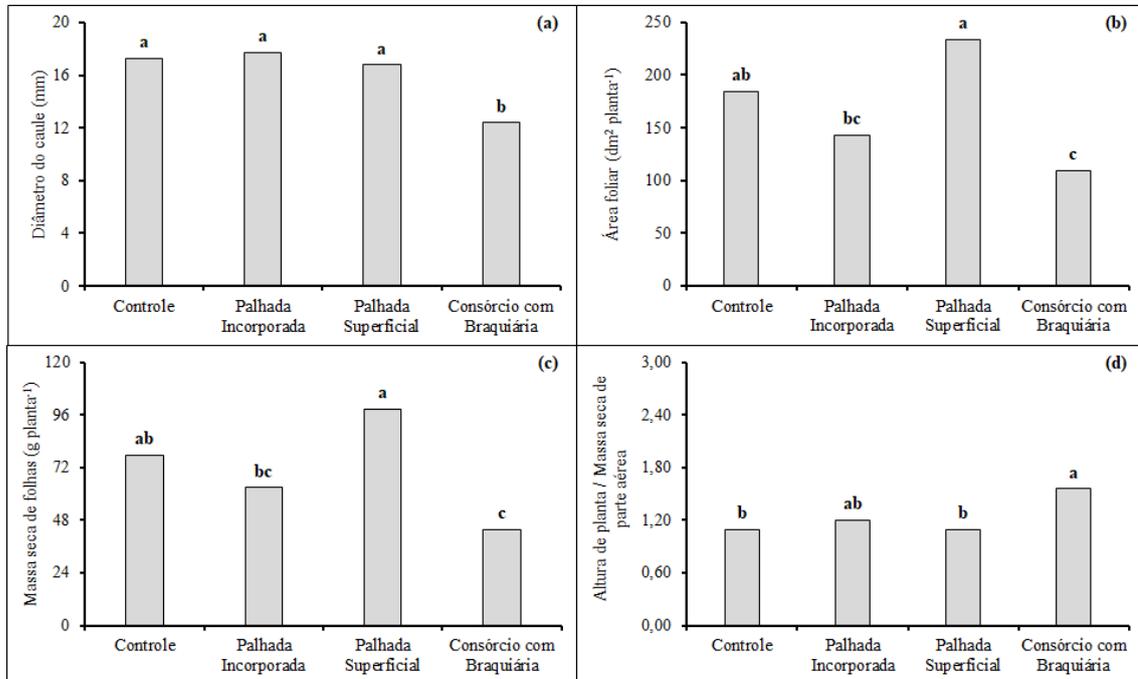
Probabilidade > F <sup>(1)</sup>							
F.V.	ALT	DIAM	AF	MSF	MSC	MSR	MSPA
Nitrogênio (N)	0,563	0,416	0,194	0,168	0,111	0,227	0,092
Manejo (M)	0,003	0,002	< 0,000	< 0,000	0,007	< 0,000	< 0,000
N x M	0,022	0,457	0,101	0,068	0,014	0,012	0,019
C.V. (%)	10,58	13,07	22,21	19,81	20,67	15,70	18,09
F.V.	MSTO	AP/DM	MSPA/MSR	AP/PA	IQD	TCA-A	TCA-D
Nitrogênio (N)	0,078	0,579	0,903	0,149	0,097	0,666	0,566
Manejo (M)	< 0,000	0,109	0,062	0,006	< 0,000	0,005	0,012
N x M	0,017	0,607	0,019	0,234	0,055	0,031	0,609
C.V. (%)	15,80	12,77	18,52	17,40	15,61	12,52	17,73

Foi verificado que não houve diferença entre os manejos com palhada incorporada, palhada em superfície e sem braquiária (controle) quanto ao diâmetro do caule de eucalipto, porém, estes foram superiores ao consórcio de eucalipto com braquiária (Figura 1a).

Foi constatado maior área foliar e massa seca de folhas no manejo com palhada superficial de braquiária em relação a palhada incorporada e o consórcio de eucalipto com braquiária, porém, o manejo com palhada superficial não diferiu do tratamento sem braquiária (controle), enquanto que os tratamentos em consórcio com a braquiária apresentaram os menores resultados (Figuras 1b e 1c).

De maneira geral os tratamentos com adição da palhada superficial apresentaram de maneira geral resultados positivos, consequentemente proporcionaram efeitos benéficos ao crescimento inicial do eucalipto. Estes efeitos podem ser atribuídos as condições de maior retenção de umidade no solo, amenização da amplitude térmica e proteção contra erosão

proporcionadas pela palhada superficial (SEGANFREDO et al., 1997). Como o suprimento hídrico foi satisfatório neste experimento, isto não permitiu que o manejo com palhada superficial fosse superior ao tratamento controle.



**Figura 1.** Diâmetro do caule (a), área foliar (b), massa seca de folhas (c) e relação altura de planta/massa seca da parte aérea plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito negativo do consórcio de eucalipto com braquiária sobre as variáveis analisadas nas plantas de eucalipto, principalmente o diâmetro e consequentemente a taxa de crescimento do diâmetro, podem ser explicadas pela competição por nutrientes, luz e principalmente água, além do efeito alelopático da braquiária. Souza et al. (2003) avaliando o efeito de plantas daninhas sobre plantas de eucalipto, observaram que todas as plantas daninhas testadas inibiram o desenvolvimento da espécie arbórea, e as espécies *Ageratum conyzoides* (mentrasto) e *U. decumbens* (capim-braquiária) foram responsáveis pelos menores valores de altura, de teor de clorofila, de área foliar e das massas secas de folhas, caule e raiz.

Nicodemo et al. (2007) avaliando adaptação e crescimento inicial de árvores de eucalipto em áreas ocupadas por braquiária no Mato Grosso do Sul, concluíram que a competição com a braquiária prejudica o desenvolvimento do eucalipto, sendo necessário um coroamento mínimo de um metro no primeiro ano, para minimizar a interferência no diâmetro e altura das árvores.

A braquiária manejada adequadamente neste sistema de plantio se apresenta como uma potencial espécie de cobertura, por apresentar crescimento rápido e formação de grande

quantidade de biomassa (TIMOSSO et al. 2007) além de disponibilizar nitrogênio após sua decomposição (TORRES et al. 2005).

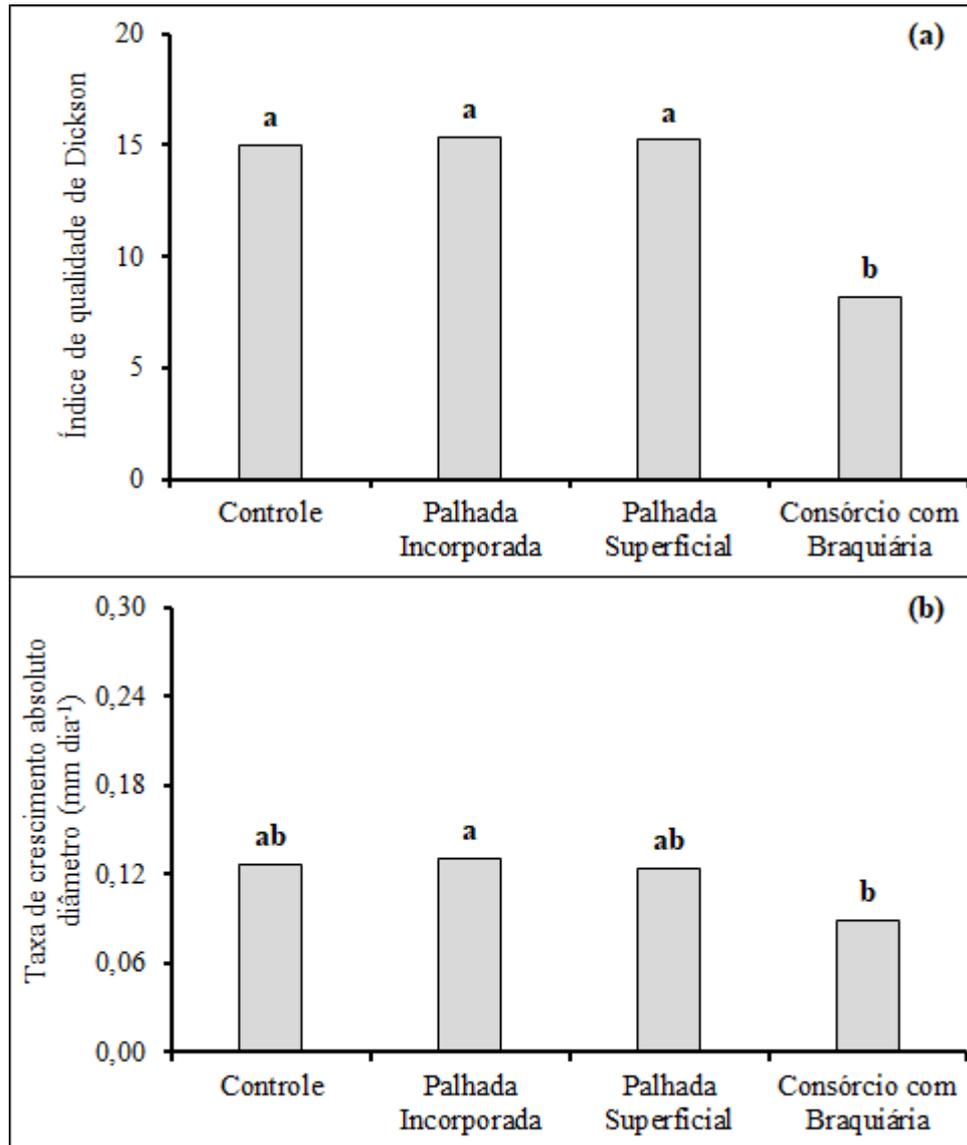
Toledo et al. (1999) avaliando o crescimento de eucalipto com diferentes sistemas de controle de *B. decumbens*, associados ou não a níveis crescentes de adubação em cobertura no cultivo de eucalipto verificaram que ocorreu melhor desenvolvimento das plantas de eucalipto nas parcelas tratadas com herbicida quando comparadas com as parcelas capinadas, e este resultado é atribuído à presença de cobertura morta da braquiária nas parcelas controladas quimicamente associada à disponibilidade diferencial de água no solo e ao possível efeito benéfico dessa planta daninha presente na entre linha de plantio favorecendo a participação de micorrizas no crescimento da cultura (TOLEDO et al., 1999).

Não houve diferença entre os manejos com palhada incorporada, palhada em superfície e sem braquiária (controle) quanto ao índice de qualidade de Dickson, porém, estes apresentaram índice de qualidade de Dickson superiores em relação ao consórcio da braquiária com eucalipto (Figura 2a).

O índice de qualidade de Dickson é um dos principais índices utilizados para análise de mudas. É apontado como bom indicador da qualidade de mudas, por considerar para seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros importantes (FONSECA, 2000).

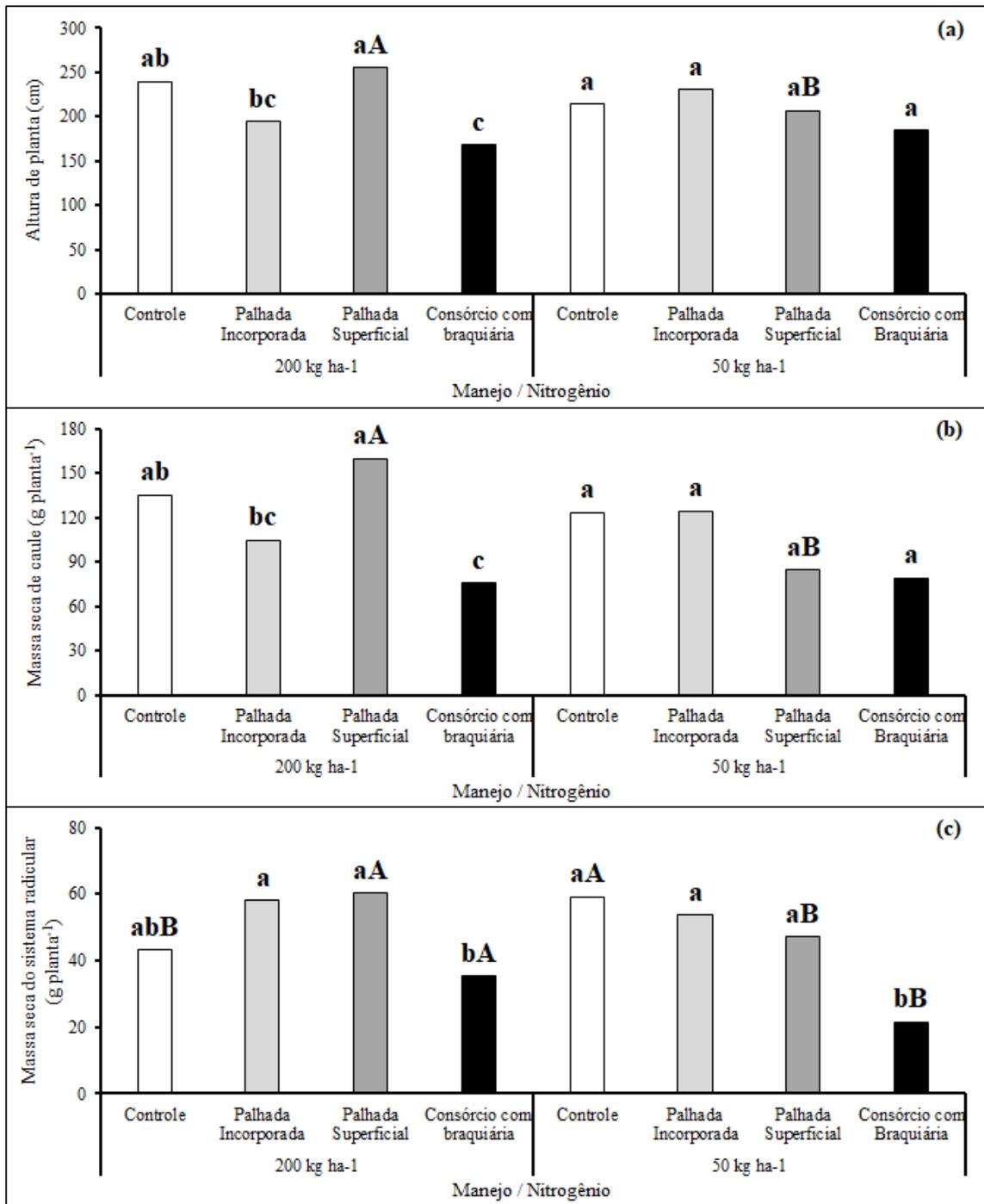
Binotto (2007) avaliando a relação das variáveis de crescimento com o índice de qualidade de Dickson para eucalipto e pinus, concluíram que a fitomassa seca da raiz, foi a variável de maior correlação com o IQD, porém a obtenção desta variável não é sempre viável por ser necessário a destruição das plantas, tornando assim o diâmetro do caule quando analisado isoladamente e a altura relacionada com o diâmetro, as variáveis mais propícias para indicar a qualidade das mudas. Neste contexto para os tratamentos em consórcio do eucalipto com a braquiária apresentaram valores menores para as variáveis responsáveis diretamente pela qualidade de mudas. O diâmetro foi estatisticamente inferior em tratamentos de convivência entre eucalipto e braquiária e a altura tendeu a ser menor, resultando conseqüentemente, em menores valores da qualidade de Dickson e mudas de menor qualidade, segundo este índice.

Foi verificado maior taxa de crescimento absoluta em diâmetro do caule de plantas de eucalipto no manejo com palhada de braquiária incorporada em relação ao consórcio de eucalipto com braquiária (Figura 2b). Entretanto, o manejo com palhada de braquiária incorporada não diferiu do manejo com palhada de braquiária superficial e sem braquiária (controle) (Figura 2b).



**Figura 2.** Índice de qualidade de Dickson (a) e taxa de crescimento absoluto diâmetro do caule (b) plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária período de 120 dias, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao desdobramento do fator manejo da braquiária dentro das doses de nitrogênio, na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> verificou-se que a altura de planta e a massa seca de caule foram superiores no manejo com palhada de braquiária superficial em relação ao manejo com palhada de braquiária incorporada e ao consórcio de eucalipto com braquiária, porém, este não diferiu do tratamento sem braquiária (controle) (Figuras 3a e 3b). Na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio não foram observadas diferenças quanto à altura de planta e massa seca de caule entre os manejos da braquiária (Figura 3a).



**Figura 3.** Altura de planta (a), massa seca de caule (b) e massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio, em que letras minúsculas diferem as formas de manejos entre si e maiúsculas as doses de N pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento das doses de nitrogênio dentro do fator manejo da braquiária, foi constatada diferença entre as doses de nitrogênio apenas no manejo com palhada de braquiária superficial, em que, se observou altura de planta e massa seca de caule de eucalipto em torno de 23% e 89% superior respectivamente, na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> em relação a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 3a e 3b).

Para a massa seca do sistema radicular na dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , foi verificado que as plantas de eucalipto apresentaram valores médios superior nos manejos com palhada de braquiária incorporada e superficial em relação ao consórcio de eucalipto com braquiária, porém, estes não diferiram do tratamento sem braquiária (controle) (Figura 3c). Na dose de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ , não foi constatada diferença entre os manejos com palhada de braquiária incorporada e superficial e o tratamento sem braquiária e, estes foram superiores ao consórcio do eucalipto com braquiária (Figura 3c).

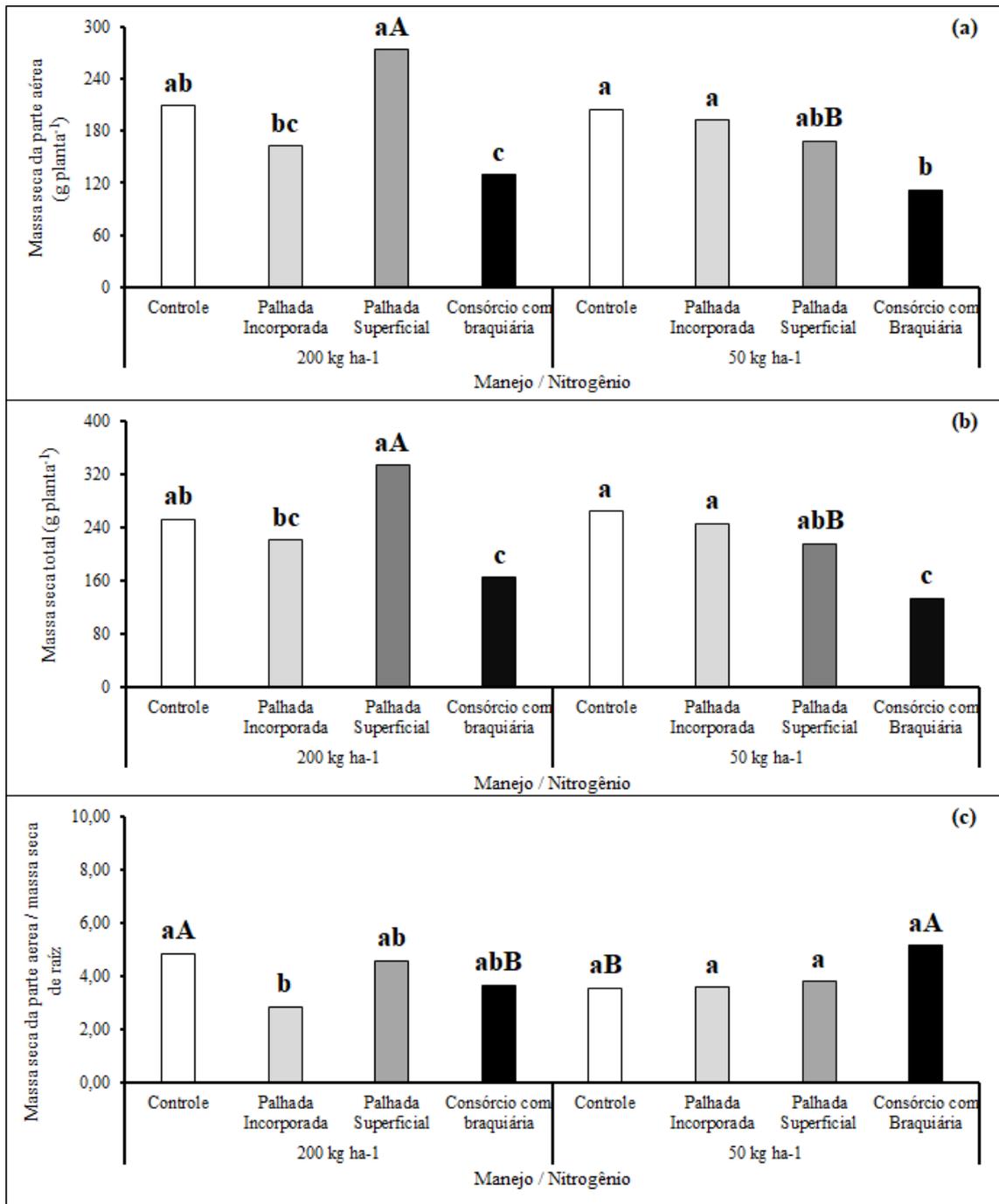
Com relação a comparação das doses de nitrogênio dentro dos manejos da braquiária, foi constatado maior massa seca do sistema radicular na dose de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  em relação a dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  no tratamento sem braquiária (controle) (Figura 3c). Para os manejos com palhada de braquiária superficial e o consórcio de eucalipto com braquiária, foi constatada massa seca do sistema radicular em torno de 28 e 64% superior na dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  em relação a dose de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (Figura 3c).

Na dose de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio não foram observadas diferenças quanto à massa seca de parte aérea e massa seca total entre o manejo com palhada de braquiária incorporada e o tratamento sem braquiária (controle), porém, estes foram superiores ao cultivo de eucalipto consorciado com braquiária (Figuras 4a e 4b). O manejo com palhada de braquiária superficial não diferiu dos demais tratamentos (Figuras 4a e 4b).

Quanto ao manejo da braquiária na dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , constatou-se massa seca da parte aérea e massa seca total superior no manejo com a palhada de braquiária superficial em relação ao manejo com palhada de braquiária incorporada e ao consórcio de eucalipto com braquiária, porém, este não diferiu do tratamento sem braquiária (controle) (Figuras 4a e 4b).

A adubação com  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, associada com a palhada superficial possibilitaram maior mineralização de N e consequentemente maior disponibilidade deste nutriente as plantas de eucalipto. Além da melhoria na relação C/N e disponibilização de N, a manutenção da palhada na camada superficial, impossibilita o desenvolvimento de espécies invasoras, diminui a temperatura do solo, mantém a umidade e diminui a transpiração aumentando o crescimento inicial das plantas de eucalipto.

Pedrosa et al. (2014) avaliando a dinâmica do nitrogênio absorvido por plantas de café em função da forma de aplicação associada a palhada de braquiária, concluíram que a adição de resíduo de braquiária adubada com nitrogênio é capaz de nutrir adequadamente o cafeeiro, independente da dose de  $150$  ou  $300 \text{ kg ha}^{-1}$ , uma vez que a adição apenas de resíduo de braquiária, não adubada com nitrogênio, favoreceu a imobilização do N do solo e reduziu a concentração de N-foliar do cafeeiro.



**Figura 4.** Massa seca da parte aérea (a), massa seca total (b) e relação massa seca da parte aérea/ massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si e maiúsculas as doses de N pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O fornecimento de material vegetal fresco (resíduos), com C-orgânico disponível como fonte de energia, pode aumentar a ciclagem de N, comparativamente ao sistema sem fornecimento de resíduos, mas quando se adicionam ao solo resíduos com alta relação C/N, os microrganismos utilizarão o N dessa matéria orgânica e o N existente no solo para produção de

sua biomassa, diminuindo, dessa maneira, a relação C/N da matéria orgânica adicionada, bem como a disponibilidade de N para outras plantas (CANTARELLA, 2007).

Gramíneas com maior relação C/N permanecem por mais tempo no solo, e, necessitam no início da decomposição uma maior imobilização de nutrientes, principalmente N, visto que a quantidade de N não é suficiente para atender à demanda da microbiota decompositora, o que implica na sua imobilização e, portanto, redução na sua disponibilidade a outras culturas (TEIXEIRA et al., 2009).

Em nenhuma das doses de nitrogênio o consorcio de eucalipto com braquiária foi favorável ao desenvolvimento da espécie florestal. Mesmo com o estímulo ao crescimento em altura resultante da adubação nitrogenada, a competição com a gramínea prejudicou o crescimento inicial das mudas de eucalipto, sendo este prejuízo mais pronunciado na adubação com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N. Silva et al. (1997) avaliando a altura e o diâmetro de plantas de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus grandis*, submetidos a diferentes teores de água em consorcio com *Brachiaria brizantha* verificaram que a presença da gramínea prejudica o crescimento em altura e diâmetro de plantas das duas espécies de Eucalipto, independente do teor de água do solo.

Toledo et al. (2000), avaliando efeitos da densidade de plantas de braquiária e do período de convivência sobre o crescimento inicial do eucalipto, encontraram após noventa dias do transplântio, decréscimos de 18,47 % para altura das plantas de eucalipto, em consorcio com 4 plantas m<sup>-2</sup> de braquiária e 27,78 % de redução para o diâmetro em com 12 plantas de braquiária m<sup>-2</sup>. Também foram encontrados resultados negativos e significativos com apenas 4 plantas de braquiária m<sup>-2</sup>, também aos noventa dias, para o número de folhas, biomassa seca do caule, folhas, ramos e na área folia. Sendo possível concluir que a o capim braquiária a partir da densidade de 4 plantas m<sup>-2</sup> interfere negativamente no crescimento inicial das mudas de eucalipto.

Souza et al. (2010), analisaram a interferência das plantas daninhas, compostas principalmente por braquiária em função dos períodos de convivência com plantas de eucalipto em processo de rebrotada, e verificaram que para as condições avaliadas o crescimento em altura e em diâmetro do eucalipto não foram prejudicados pela presença de braquiária. Este resultado, diferente do presente trabalho e de outros citados, pode ser explicada principalmente pela presença de um sistema radicular bem desenvolvido referente aos tocos da primeira condução, possibilitando que essas plantas absorvam água e nutrientes em maiores profundidades ou até mesmo, quando na superfície, em maiores distâncias em relação ao tronco.

Com relação as doses de nitrogênio dentro dos manejos da braquiária, constatou-se no manejo com palhada de braquiária superficial que com a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> as massas secas

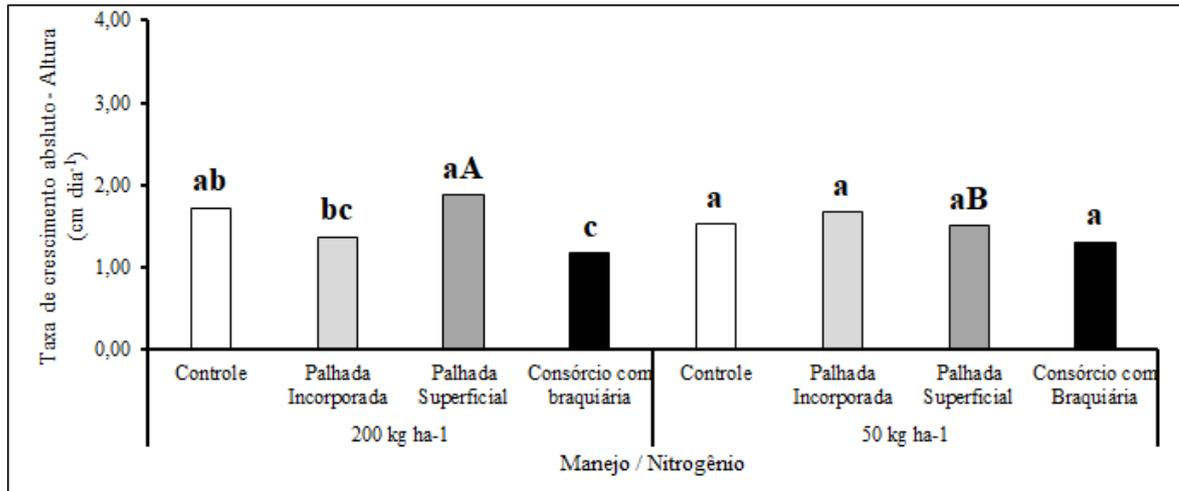
de parte aérea e total de plantas de eucalipto foram em torno de 62 e 55% superiores a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figuras 4a e 4b).

Comparando-se os manejos da braquiária nas doses de nitrogênio, constatou-se maior relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto no tratamento sem braquiária (controle) em relação ao manejo com palhada de braquiária incorporada na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4c). Ainda na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup>, o manejo da braquiária com palhada superficial e o consórcio de eucalipto com braquiária não diferiram entre si e não diferiram dos demais tratamentos (Figura 4c). Não houve diferença entre os manejos da braquiária na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> quanto a relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto (Figura 4c).

Na comparação entre as doses de nitrogênio dentro dos manejos da braquiária, constatou-se no tratamento sem braquiária, maior relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> em relação a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4c). Para o consórcio de eucalipto com braquiária, observou-se maior relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> em relação a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4c). Para os manejos com braquiária incorporada e superficial, não foi constatada diferença entre as doses de nitrogênio, quanto a relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular de plantas de eucalipto (Figura 4c).

Na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, foi constatado maior incremento médio diário de altura de plantas de eucalipto no manejo com palhada superficial em relação ao manejo com palhada incorporada e ao consórcio de eucalipto com braquiária, porém, não diferiu do tratamento sem braquiária (Figura 5). Na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, não foi constatada diferença entre os manejos da braquiária quanto ao incremento médio diário de altura de planta (Figura 5).

No manejo com palhada de braquiária superficial, verificou-se maior taxa de crescimento absoluta em altura de planta de eucalipto na dose 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em relação a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 5). Nos demais manejos da braquiária, não foi constatada diferença entre as doses de nitrogênio quanto ao incremento médio diário de altura de planta de eucalipto (Figura 5).



**Figura 5.** Incremento médio diário de altura de plantas de eucalipto em integração silvipastoril sob diferentes formas de manejos da Braquiária e doses de nitrogênio, em que letras minúsculas diferem as formas de manejo entre si e maiúsculas as doses de N pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelos resultados verificados, é recomendado a manutenção das plantas de eucalipto livres da competição com a braquiária pelo menos até os primeiros 123 dias, sendo que, o consorcio entre as espécies neste período foi prejudicial ao crescimento inicial e a qualidade das plantas de eucalipto. A manutenção da palhada de braquiária em cobertura é viável e benéfica ao desenvolvimento inicial das plantas. Para o presente trabalho apesar de não diferir estatisticamente do controle, em condições de campo esta técnica traz como benefícios diminuição das perdas de solo por erosão, redução da temperatura do solo, maior retenção de umidade próxima ao sistema radicular do eucalipto, além do incremento dos teores de matéria orgânica a longo prazo no solo na região onde se concentra o sistema radicular da espécie arbórea.

## 2.4. Conclusões

O consórcio com braquiária é prejudicial ao crescimento inicial do eucalipto até os 123 dias após o transplantio. Em condições de manejo com palhada de braquiária superficial, o crescimento inicial das plantas de eucalipto é favorecido com a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## 2.5 Referências Bibliográficas

BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus Elliotti* var. *elliotti* – Engelm.** 2007. 56f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2007.

BUNGENSTAB, D.J. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: A produção sustentável. 2.ed. Campo Grande, **Embrapa Gado de Corte**, 2012. 239p.

CALIL, F. N.; LIMA, N. L.; SILVA, R. T.; MORAES, M. D. A. de; BARBOSA, P. V. G.; LIMA, P. A. F.; BRANDAO, D. C.; SILVA-NETO, C. de M.; CARVALHO, H. C. de S.; NASCIMENTO, A. dos R. Biomass and nutrition stock of grassland and accumulated litter in a silvopastoral system with Cerrado species. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p. 3701-3709, 2016.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 375-470, 2007.

DE SOUZA, M. C.; DA COSTA A. A., SALGADO, P. L. PEREIRA. T., Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 38, n. 85, p. 63-71, 2010.

DE TOLEDO, ROBERTO ESTÊVÃO BRAGION ET AL. Efeito da densidade de plantas de *Bracharia decumbens* Stapf sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, n. 60, p. 109-117, 2001.

DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L.; CALLI, A. J. B. Interferência da palhada de capim braquiária sobre o crescimento inicial de Eucalipto. **Planta Daninha**, v. 16, n. 1, 1998.

FERREIRA, E. V. O. **Indicadores fisiológicos do status de nitrogênio em plantas de eucalipto**. 2013. 81 p. Tese (Doutor em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, 2013.

FONSECA, E. P. **Padrao de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela Fissilis* Veli. E *Aspidosperma polyneuron* Mull Arg. Produzidas sob diferentes períodos de sobreamento**. 2000. 113 f. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

NICODEMO, M. L. F. LAURA, V. A. MELOTTO, A. M. BOCCHESI, R. A. SCHUNKE, R. M. BARBOSA, R. A. Avaliação de espaçamentos para eucalipto para sistemas silvipastoris no Mato Grosso do Sul. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 44., Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: SBZ: UNESP, 2007.

PAVINATO, P. S. ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo- decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 911-920 ,2008.

PEDROSA, A.W.; FAVARIN, J. L.; VASCONCELOS A. L. S.; CARVALHO, B. V.; OLIVEIRA, F. B. NEVES, G. B. Resíduo de brachiaria fertilizada com nitrogênio na adubação do cafeeiro. **Coffee Science**, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 366-373, 2014.

ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no Cerrado goiano. Semina: **Ciências Agrárias**, v.34, n. 4, p.1523-1534, 2013.

ROVEDDER, M. A. P., ELTEZ, F. L. F., Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 84-89, 2008.

SEGANFREDO, M. L.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n. 2, p.287-291, 1997.

SILVA, W.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; FREITAS, L. H. Altura e diâmetro de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, submetidos a diferentes teores de água em convivência com *Brachiaria brizantha*. **Revista Floresta**, v. 27, n. 1-2, p. 3-16, 1997.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N. **Fertirrigação na produção de mudas de Pinus**. Addubare, n. 6, 2003. 15p. (Circular Técnica).

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D. MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.343-354, 2003.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação De Palhada Por Braquiárias Para Adoção Do Sistema Plantio Direto. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TOLEDO, R.E.B.; VICTÓRIA FILHO, R.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A.; LOPES, M.A.F. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, v. 18, n. 3, p. 395-404, 2000.

TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; VALLE, C. F.; ALVARENGA, S. F. Manejo de *brachiaria decumbens* e seu reflexo no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, Piracicaba –SP, n. 55, p. 129-141, 1999.

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