

**LEANDRO ROBERTO DA CRUZ**

**ASPECTOS COMPETITIVOS EM ESPÉCIES FLORESTAIS:  
INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E DE BROTAÇÕES  
INDESEJADAS**

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

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi Santos

MONTES CLAROS

2014

**Cruz, Leandro Roberto.**  
**C837i Aspectos competitivos em espécies florestais: interferência de**  
**2014 plantas daninhas e de brotações indesejadas /Leandro Roberto da**  
**Cruz. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2014.**  
**92 f: il.**

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

**Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi Santos.**  
**Banca examinadora: Francine Fonseca, Flaviano Oliveira Silvério,**  
**José Barbosa, Leonardo David Tuffi Santos.**

**Inclui bibliografia: f 91-92.**

**1. Silvicultura . 2. . I. Santos, Leonardo David Tuffi. II.**  
**Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências**  
**Agrárias. III. Título.**

**CDU: 636.2**

LEANDRO ROBERTO DA CRUZ

ASPECTOS COMPETITIVOS EM ESPÉCIES FLORESTAIS:  
INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E DE BROTAÇÕES  
INDESEJADAS

---

Prof. Dr. Leonardo David Tuffi Santos  
(Orientador - UFMG/ICA)

Aprovada em 30 de julho de 2014.

Montes Claros  
2014

## **DEDICO**

Aos meus pais, Carlos e Carmita.  
Às minhas irmãs, Mariana e Marcele.  
À pequena Sara e pequeno Murilo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, a oportunidade de viver esta pesquisa.

Em especial, ao Prof. Leonardo Tuffi, pelo apoio e paciência durante toda fase experimental e de redação.

Ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em especial ao curso de Agronomia que me proporcionou a oportunidade de viver e trabalhar ao lado de pessoas tão competentes.

Aos colegas do GPPLAN, por todo apoio e companheirismo que foram fundamentais para realização deste trabalho.

Aos colegas do Grupo de Pesquisas em Agroquímica, em especial o Prof. Flaviano pela colaboração.

À Celulose Nipo Brasileira (CENIBRA) pela disponibilidade e apoio, principalmente ao Sr. Rinaldo que acompanhou todo o experimento nas áreas da empresa.

*“Não corrigir nossas falhas é o mesmo  
que cometer novos erros”.*

*(Confúcio)*

## RESUMO

O conhecimento do grau de interferência das plantas daninhas sobre as espécies florestais é fundamental para manutenção da produtividade e desenvolvimento, principalmente em sua fase inicial. Na cultura do eucalipto, quando da recondução de sua brotação pós o corte raso da árvore, os próprios brotos podem competir com o fuste principal. O controle das brotações indesejadas tem levantado dúvidas quanto à eficiência das técnicas utilizadas e pela possível intoxicação por glyphosate. O referido estudo visa: 1- avaliar os efeitos da interferência da trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e do capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha*) sobre as características morfofisiológicas e na bioacumulação de nutrientes do mogno-africano (*Khaya ivorensis*). 2- Avaliar o crescimento e a qualidade da madeira de eucalipto quando da desbrota mecânica ou com uso de glyphosate. No ensaio 1 o mogno-africano foi cultivado em convivência com a *C. benghalensis* ou com o *B. brizantha* em diferentes densidades, no delineamento experimental de blocos casualizados no esquema fatorial 2x6, sendo o fator I representado pelas duas plantas daninhas e o fator II por seis densidades de plantas infestantes (0, 1, 2, 3, 4 e 5 indivíduos / vaso ou 0, 14, 28, 42, 56 e 70 indivíduos / m<sup>2</sup>). No ensaio 2 foram testados diferentes métodos de controle das brotações indesejadas de eucalipto, em plantio clonal com seis meses pós-corte raso das arvores. O ensaio foi montado em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, com sete tratamentos para o controle das brotações indesejadas do eucalipto, sendo: testemunha (ausência de controle), controle com foice, cavadeira, aplicação de 360, 720, 1080 ou 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate. Para análises química e física da madeira foram seccionadas plantas de acordo com a faixa de intoxicação pelo glyphosate (testemunha, 1-15, 16-30, 31-45 e 46-60 % de intoxicação) com oito repetições por faixa. Para caracterização dos compostos químicos do extrativo foram escolhidos para comparação e análise descritiva os cromatogramas nas faixas de intoxicação 0 (testemunha), 16-30 e 45-60 %. A *B. brizantha* promoveu interferência negativa na morfofisiologia do mogno-africano independente da densidade

avaliada. A *C. benghalensis* influenciou negativamente os parâmetros morfológicos e apresentou-se com menor potencial danoso para o mogno-africano, quando comparada a *B. brizantha*. O mogno-africano sofreu decréscimo de nutrientes em sua parte aérea e menor acúmulo de biomassa em convivência com as plantas daninhas em questão tanto para macro como micronutrientes. O aumento da densidade de plantas daninhas em convivência com mogno-africano aumenta a interferência entre as espécies e afeta negativamente a biomassa individual das infestantes, comprovando a ocorrência da competição intraespecífica. O controle mecânico de brotações indesejadas em árvores de eucalipto sobrepujou o controle químico no volume de madeira produzido por hectare. Árvores de eucalipto submetidas ao controle químico de brotações indesejadas apresentaram sintomas de intoxicação pelo herbicida e menor crescimento, com tendência de recuperação das plantas ao longo do tempo. Os métodos de controle não interferiram na densidade e no teor de extrativos da madeira de eucalipto, porém observaram-se pequenas alterações na caracterização química do extrativo de árvores que apresentaram intoxicação pelo glyphosate. O mogno-africano apresenta danos morfofisiológicos, menor crescimento e decréscimo no acúmulo de nutrientes quando em convivência com plantas daninhas. Essa interferência é crescente com o aumento da densidade das espécies infestantes e a *B. brizantha* demonstrou-se mais agressiva em relação a *C. benghalensis*. O controle mecânico de brotações promove maior produtividade em relação ao controle químico que por sua vez provocou intoxicação no fuste principal independentemente da dose utilizada em plantas de eucalipto. As características físico-químicas da madeira não se modificaram em eucalipto intoxicado pelo glyphosate. Houve resposta variável na composição química do extrativo em função das faixas de intoxicação.

**Palavras-chave:** Mogno, Morfofisiologia, Eucalipto, Controle de brotações, Composição química.



## ABSTRACT

Knowledge of the degree of weed interference on forest species is critical to maintenance of productivity and development mainly in its early stages. In eucalyptus cultivation, when the renewal of his budding after shallow cutting of the tree, the buds themselves can compete with the main stem. The control of unwanted buds has raised doubts about the efficiency of the techniques used and by the possible poisoning by glyphosate. The referred study aims to:

- 1- evaluate the effects of interference of spiderwort (*Commelina benghalensis*) and grass braquiarião (*Brachiaria brizantha*) on the morphological and physiological characteristics and in the bioaccumulation of nutrients of the mahogany African (*Khaya ivorensis*).
- 2- evaluate the growth and the quality of eucalyptus wood when of the mechanical sprout thinning or with the use of glyphosate.

In trial 1 the African mahogany was grown in coexistence with *C. benghalensis* or with *B. brizantha* in different densities, in an experimental design of randomized blocks in a factorial scheme 2x6, being the factor I represented by both weeds and the factor II for six weed densities (0, 1, 2, 3, 4 and 5 plants / pot or 0, 14, 28, 42, 56 and 70 plants / m<sup>2</sup>). In trial 2 were tested different methods of controlling of the unwanted budding of eucalyptus in clonal planting with six months after shallow cutting of trees. The trial was arranged in a randomized block design with four replications, with seven treatments for the control of unwanted budding of the eucalyptus, as follows: control (absence of control), control with sickle, spade, application 360, 720, 1080 or 1440 g ha<sup>-1</sup> of glyphosate. For physical and chemical analysis of the wood were cut plants according to the range of intoxication by glyphosate (control, 1-15, 16-30, 31-45 and 46-60% intoxication) with eight replicates per group. To characterization of the chemical compounds of the extractive were chosen for comparison and descriptive analysis chromatograms in poisoning rates 0 (control), 16-30 and 45-60%. The *B. brizantha* promoted negative interference on morphophysiology of the African mahogany independent of the evaluated density. The *C. benghalensis* influenced negatively the morphological parameters and presented with less potential harmful for the African mahogany, compared to *B. brizantha*. The

African mahogany suffered a decrease of nutrient in its aerial part and smaller accumulation of biomass in coexistence with the weeds in question for both macro and micronutrients. The increased density of weeds in coexistence with African mahogany increases interference between the species and negatively affects the individual biomass of the weeds, proving the occurrence of intraspecific competition. The mechanical control of unwanted budding in eucalyptus trees surpassed the chemical control on volume of wood produced per hectare. Eucalyptus trees subjected to chemical control of unwanted budding showed symptoms of poisoning by the herbicide and lower growth, with plants recovery trend over time. The control methods did not interfere in the density and in content of extractives of the eucalyptus wood, however, were observed small changes in the chemical characterization of the extractive of trees that showed poisoning by glyphosate. The Mahogany African presents morphophysiological damage, lower growth and a decrease in the accumulation of nutrients when in coexistence with weeds. This interference increases with increased density of the weed species, and the *B. brizantha* showed to be more aggressive in relation to *C. benghalensis*. The mechanical control of budding promotes higher productivity in relation to chemical control which in turn caused poisoning in the main stem regardless of the dose used in eucalyptus plants. The physico-chemical characteristics of the wood did not change in eucalyptus intoxicated by glyphosate. There was variable response in the chemical composition of the extractive in function of the of intoxication tracks.

**Keywords:** Mahogany, Morphophysiology, Eucalyptus, Budding control, Chemical composition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### **CAPÍTULO 2- INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA MORFOFISIOLOGIA DE MOGNO-AFRICANO (*Khaya ivorensis*)**

GRÁFICO 1	Médias descendiais de Precipitação (mm), Temperatura Máxima e Mínima (°C) e Insolação (h), obtidas durante o período de condução do experimento .....	37
GRÁFICO 2	Taxa fotossintética líquida (A) do mogno-africano em relação às densidades de plantas daninhas, após 90 dias de convivência.....	41
GRÁFICO 3	Condutância estomática ( $g_s$ ) do mogno-africano em relação às densidades de plantas daninhas, após 90 dias de convivência.....	43
GRÁFICO 4	Eficiência no uso da água (EUA) do mogno-africano em relação às densidades de plantas daninhas, após 90 dias de convivência.....	44
GRÁFICO 5	Incremento na altura (A) e diâmetro (B) do mogno-africano em convivência <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> ...	45
GRÁFICO 6	Área foliar (A) e número de folhas (B) do mogno-africano em convivência com diferentes densidades de <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> .....	46
GRÁFICO 7	Massa Seca das folhas (A) e do caule (B) do mogno-africano em convivência com diferentes densidades de <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> .....	48

### **CAPÍTULO 3 - BIOACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES EM *Khaya ivorensis* EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS**

GRÁFICO 1	Massa Seca da parte aérea do mogno-africano em convivência com diferentes densidades de <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> . .....	60
GRÁFICO 2	Massa Seca total da parte aérea de <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> com diferentes densidades em convivência com mogno-africano .....	62

GRÁFICO 3	Massa Seca da parte aérea de <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> com diferentes densidades por indivíduo em convivência com mogno-africano.....	63
-----------	---	----

**CAPÍTULO 4 - MÉTODOS DE CONTROLE DE BROTAÇÕES INDESEJÁVEIS E SUA RELAÇÃO COM O CRESCIMENTO DO FUSTE PRINCIPAL E A PRODUÇÃO DE MADEIRA EM EUCALIPTO**

GRÁFICO 1	Porcentagem de intoxicação do fuste principal de plantas de eucalipto aos 15 dias após aplicação de glyphosate utilizado para o controle de brotações indesejadas em sistema de talhadia.....	78
-----------	---	----

GRÁFICO 2	Volume individual (m <sup>3</sup> /árvore) de madeira de eucalipto em função de métodos de controle de brotações indesejáveis durante condução do fuste principal em sistema de talhadia aos 300 e 540 dias após o controle. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade .....	81
-----------	---	----

GRÁFICO 3	Volume produzido por hectare (m <sup>3</sup> /ha) de madeira de eucalipto em função de métodos de controle de brotações indesejáveis durante condução do fuste principal em sistema de talhadia aos 300 e 540 dias após o controle. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade .....	82
-----------	--	----

FIGURA 1	Representação do cromatograma de íons totais do extrativo de madeira de eucalipto sem aplicação de glyphosate.....	86
----------	--	----

GRÁFICO 4	Porcentagem de extrativos de madeira de eucaliptos submetidos a 0, 360, 720, 1080 e 1440 g ha <sup>-1</sup> de glyphosate....	85
-----------	---	----

GRÁFICO 5	Principais classes de compostos presentes nos extrativos de madeira de eucalipto submetidos a 0, 360, 720, 1080 e 1440 g ha <sup>-1</sup> de glyphosate.....	88
-----------	--	----

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

### CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

TABELA 1	Algumas das principais espécies de plantas daninhas encontradas na silvicultura, no Brasil .....	25
----------	--	----

### CAPÍTULO 2 – INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA MORFOFISIOLOGIA DE MOGNO-AFRICANO (*Khaya ivorensis*)

TABELA 1	Características fisiológicas de plantas de mogno-africano em convivência com diferentes densidades de <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> , aos 90 dias após o plantio .....	42
----------	--	----

TABELA 2	Características morfológicas de plantas de mogno-africano em convivência com diferentes densidades de <i>Commelina benghalensis</i> e <i>Brachiaria brizantha</i> , aos 90 dias após o plantio .....	49
----------	--	----

### CAPÍTULO 3 - BIOACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES EM *Khaya ivorensis* EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS

QUADRO 1	Conteúdo relativo de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de mogno-africano, cultivadas em vasos, sob interferência de diferentes densidades de <i>Brachiaria brizantha</i> e de <i>Commelina benghalensis</i> .....	61
----------	---	----

QUADRO 2	Conteúdo relativo (CR) de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas daninhas, cultivadas em vasos, em várias densidades, juntamente com uma planta de mogno-africano.....	62
----------	---	----

QUADRO 3	Conteúdo relativo (CR) de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas daninhas por indivíduos, cultivadas em vasos, em várias densidades, juntamente com uma planta de mogno-africano .....	64
----------	---	----

### CAPÍTULO 4 - MÉTODOS DE CONTROLE DE BROTAÇÕES INDESEJÁVEIS E SUA RELAÇÃO COM O CRESCIMENTO DO FUSTE PRINCIPAL E A PRODUÇÃO DE MADEIRA EM EUCALIPTO

TABELA 1	Incremento em altura (ALT) de árvores de eucalipto após controle de brotações indesejáveis em intervalos de	
----------	---	--

	medições aos 0-120, 0-300, 0-540, 120-300, 120-540 e 300-540 DAA .....	79
TABELA 2	Incremento em diâmetro (ID) a - altura do peito (DAP) de árvores de eucalipto após controle de brotações indesejáveis em intervalos de medições aos 120-300, 120-540 e 300-540 DAA .....	80
TABELA 3	Densidade básica da madeira de eucalipto extraída de diferentes alturas (ALT) do fuste de árvores classificadas em faixas de intoxicação por glyphosate .....	83
TABELA 4	Teor de extrativos lignificado (TEL) na madeira proveniente do fuste principal de eucalipto classificado em diferentes faixas de toxidade (TOX) por glyphosate .....	84
TABELA 5	Composição química de extrativos lipofílicos em madeira de eucalipto após controle mecânico e químico de brotações indesejadas .....	87

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

A -	Taxa Fotossintética líquida
ABNT -	Associação Brasileira e Normas Técnicas
ABRAF -	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
AF -	Área foliar
ALT -	Altura
BSTFA -	Trimetilsilil trifluoroacetamida
C3 -	Plantas que assimilam CO <sub>2</sub> produzindo ácido fosfoglicérido
CENIBRA	Celulose Nipo-Brasileira
CR -	Conteúdo relativo
DAA -	Dias após aplicação
DAC -	Dias após convivência
DAP -	Diâmetro a altura do peito
DAPL -	Dias após plantio
DIA -	Diâmetro
E -	Transpiração
EPSPs -	Enolpiruvil-shikimato-fosfato sintetase
EUA -	Eficiência no uso da água
Gs -	Condutância Estomática ao vapor de água

IA -	Incremento em altura
ID -	Incremento em Diâmetro
MSC -	Massa seca do caule
MSF -	Massa seca das folhas
NBR -	Norma Brasileira
NF -	Número de folhas
PI -	Padrões internos
RFA -	Radiação fotossinteticamente ativa
TEL -	Teor de extrativos Lipofílico
TOX -	Faixa de toxicidade
Vpha -	Volume produzido por hectare



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
2.1 Florestas Plantadas.....	21
2.1.1 Gênero <i>Eucalyptus</i> .....	21
2.2 Mogno-africano: Gênero <i>Khaya</i> , origem, usos e importância ano mundo e no país .....	22
2.3 Manejo de plantas daninhas em áreas florestais .....	23
2.3.1 Interferência x competição .....	23
2.3.2 Principais espécies de plantas daninhas .....	24
2.4 Manejo de “broto-ladrão” de eucalipto .....	26
2.4.1 Glyphosate .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>CAPÍTULO 2: INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA MORFOFISIOLOGIA DE MOGNO-AFRICANO (<i>Khaya ivorensis</i>)</b> .....	33
<b>RESUMO</b> .....	33
<b>ABSTRACT</b> .....	33
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	35
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	37
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	51
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52

<b>CAPÍTULO 3: BIOACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES EM</b>		
<b><i>Khaya ivorensis</i> EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS</b>		
<b>DANINHAS .....</b>		<b>54</b>
	<b>RESUMO .....</b>	<b>54</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>55</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>58</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
 <b>CAPÍTULO 4: MÉTODOS DE CONTROLE DE BROTAÇÕES</b>		
<b>INDESEJÁVEIS E SUA RELAÇÃO COM O CRESCIMENTO</b>		
<b>DO FUSTE PRINCIPAL E A PRODUÇÃO DE MADEIRA EM</b>		
<b>EUCALIPTO .....</b>		<b>68</b>
	<b>RESUMO .....</b>	<b>68</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>70</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>72</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>74</b>
2.1	Avaliação do crescimento e produtividade de madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate .....	74
2.2	Densidade e teor de extrativos lipofílicos da madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate.....	75
2.3	Composição química de extrativos lipofílicos de madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate.....	76
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>78</b>

3.1	Avaliação do crescimento e produtividade de madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate .....	78
3.2	Caracterização física e química da madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate .....	83
3.3	Composição química de extrativos lipofílicos de madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate .....	84
4	<b>CONCLUSÕES</b> .....	90
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	91

## 1 INTRODUÇÃO

A obtenção de fatores de crescimento e desenvolvimento das plantas é limitada principalmente pela sua disponibilidade no ambiente e pela capacidade de captação, conversão e alocação. Assim, durante a convivência, as plantas podem estabelecer relação de competição entre indivíduos de espécies diferentes (interespecífica), da mesma espécie (intraespecífica) ou até entre partes de uma mesma planta.

O declínio da bioacumulação de uma espécie em convivência com outro(s) indivíduo(s) não é restrito somente a competição direta pelos fatores de crescimento como água, luz e nutrientes. Esse fato também pode estar associado à liberação de compostos no meio (alelopatia), adensamento, alteração no pH do solo que, dentre outras modificações das condições do meio, e adicionalmente à competição são denominados de interferência (BLANCO, 1972; PITELLI, 1985).

Em agroecossistemas, assim como em ambientes naturalmente equilibrados, observam-se invariavelmente algumas formas de interferência. Na literatura são determinados os efeitos e mecanismos de interferência entre culturas agrícolas e plantas daninhas, na maioria dos casos, são adotadas plantas anuais e eventualmente espécies florestais envolvendo principalmente espécies do gênero *Eucalyptus* e em menor frequência *Pinus* (CANTARELLI, 2006; PEREIRA, 2011).

Em função do sério problema da interferência de plantas daninhas na produtividade e qualidade da madeira produzida em cultivos comerciais de espécies florestais as empresas e instituições de pesquisa investem na geração de planos de manejo e pesquisa em matologia. A cultura do mogno-africano (*Khaya ivorensis*) ainda não possui plano de manejo específico apesar do potencial socioeconômico para o agronegócio brasileiro.

A crescente demanda mundial pela madeira e seus derivados não demonstra sinais de retroceder e promove pressão no setor produtivo que reflete diretamente em esforços para elevar a eficiência de produção. O setor de florestas plantadas é representativo no segmento do agronegócio brasileiro com área total em torno de sete milhões de hectares, sendo 70%

ocupado por cultivos do gênero *Eucalyptus*, 22% *Pinus* e o restante por outros grupos de espécies (ABRAF, 2013).

O manejo de florestas plantadas pela condução da brotação após o corte raso da cepa (talhadia, segunda rotação ou regeneração por brotação), tem por função eliminar a competição de brotações indesejadas em favorecimento ao broto ou fuste principal. No ano de 2012 a área anteriormente ocupada com florestas plantadas com *Eucalyptus* para novo ciclo de produção representou cerca de 15 % das áreas com idade inferior a 1 ano de formação (ABRAF, 2013). Apesar da expressividade da produção na segunda rotação as pesquisas estagnaram na década de 1980 onde persistiam plantios propagados por semente, com desbaste dos brotos de doze a dezoito meses após corte da árvore (FERRARI *et al.*, 2004).

O domínio e disseminação da tecnologia nas áreas de melhoramento genético, clonagem e propagação vegetativa e, conseqüentemente, variabilidade e disponibilidade de materiais genéticos mais produtivos no mercado estimulou a reforma dos povoamentos em detrimento ao sistema de talhadia (FERRARI *et al.*, 2004). Trabalhos recentes sobre comparação entre métodos de controle de brotação em *Eucalyptus* são escassos na literatura e experimentos de manejo são restritos às empresas florestais para suprirem demanda própria.

Adicionalmente, a maioria dos trabalhos restringe-se em comparar respostas da espécie arbórea em função da época (BLAKE, 1983), interação genótipo ambiente (HIGA, 1991), disponibilidade de água e nutrientes (FARIA *et al.*, 2002) e números de brotos (PAIVA, 1983), conduzidos sem mencionar a influência do tipo de controle das brotações na produtividade e qualidade da madeira sob sistema de condução de brotações.

Assim, os aspectos competitivos podem influenciar nas características morfofisiológicas e composição química de espécies arbóreas. As ferramentas de avaliação desta interferência podem elucidar de maneira mais concernente o efeito provocado na cultura a ser conduzida e estimar perdas na produtividade e qualidade do produto final. Os avanços nas informações sobre competição são importantes para auxiliar as praticas de manejo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Florestas Plantadas

As florestas plantadas geram uma cadeia produtiva caracterizada pela grande diversidade de produtos finais nos segmentos industriais de Papel e Celulose, Painéis de Madeira Industrializada, Madeira Processada Mecanicamente, Siderurgia a Carvão Vegetal e Biomassa, entre outros. Em 2012 a área brasileira de plantios de Eucalipto e Pinus atingiu 6,66 milhões de hectares, sendo 76,6% da área total plantios do gênero *Eucalyptus*, onde Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Bahia e Mato Grosso do Sul foram os Estados com maior concentração de plantios florestais (ABRAF, 2013).

O Brasil possui grandes vantagens competitivas para a atividade florestal, devido as excelentes condições edafoclimáticas e o extenso espaço territorial para a silvicultura. Isso, aliado ao desenvolvimento tecnológico na implantação de florestas que ocasionam ganhos em produtividades e menor duração para rotação da floresta, transforma as vantagens naturais em competitividade real no setor florestal (JUVENAL; MATTOS, 2002).

O plantio de florestas em pequenas e médias propriedades rurais esta em crescente uso (MENDES, 2005), sendo uma alternativa excelente de renda para produtores rurais, especialmente onde há demanda para seus produtos.

#### 2.1.1 Gênero *Eucalyptus*

As espécies do gênero *Eucalyptus* são consideradas árvores australianas, onde a maior parte delas é considerada endêmica do continente australiano. A maioria das espécies conhecidas são árvores típicas de florestas altas e de florestas abertas atingindo alturas que variam de 30 a 50 metros e de 10 a 25 metros de altura, respectivamente (MORA; GARCIA, 2000).

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae e são conhecidas mais de 650 diferentes espécies de eucaliptos já identificadas (ROSA, 2003), com diferentes exigências culturais, possibilitando seu plantio em mais de 100 países, as principais espécies cultivadas no mundo são: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. viminalis*, híbridos de *E. grandis* X *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, outros (MORA; GARCIA, 2000).

Em 2012, 76,6% da área total de florestas plantadas no Brasil corresponderam à área de plantios de *Eucalyptus* (ABRAF, 2013). O produto final da madeira de espécies do gênero *Eucalyptus* é variado, onde os produtos que se destacam são: produção carvão, celulose, serraria, movelaria e construção civil (VALVERDE *et al.*, 2004).

As indústrias de celulose e siderurgia brasileiras estão cada vez mais competitivas no mercado externo (VALVERDE *et al.*, 2004), com isso o plantio de madeira se torna importante para sustentar a produção das indústrias de celulose e siderurgia do país.

## 2.2 Mogno-africano

O gênero *Khaya* é nativo da África e Madagascar sendo que outras espécies deste gênero também são conhecidas como mogno-africano além do *K. ivorensis* (*Khaya anthotheca*, *Khaya senegalensis*, *Khaya madagascariensis* e *Khaya nyasica*) (GUIMARÃES *et al.*, 2004). A espécie *K. ivorensis* é uma espécie florestal exótica no Brasil que pertence à Família Meliaceae.

Essa espécie pode atingir de 40 a 60 m de altura e diâmetro superior a dois metros em seu habitat natural. O mogno-africano suporta condições de estiagem de até 6 meses, período no qual a planta paralisa seu crescimento. Havendo irrigação suplementar, a espécie emite novas brotações mesmo nos meses mais frios do ano. A partir dos 7 e 8 anos de idade, período que corresponde ao início da frutificação, a planta apresenta rápidos incrementos em diâmetro e abertura da copa (TEIXEIRA, 2011).

Devido às características tecnológicas e à beleza da madeira, é usada em movelaria fina, faqueado, construção naval e civil, em

revestimentos internos e decorativos. Os descartes de serraria podem ser utilizados na fabricação de compensados ou como fonte energética (TEIXEIRA, 2011). O gosto amargo da casca é muito valorizado na medicina tradicional, utilizada para combater tosse, coqueluche e para tratar diarreia e dores nas costas (FRANÇA, 2014).

A espécie *Khaya ivorensis* é a espécie de mogno-africano mais cultivada nos estados brasileiros do Pará, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, devido à importância de sua madeira, a sua cotação comercial no Mercado Internacional, e pelo satisfatório desenvolvimento vegetativo dessa espécie em plantios comerciais

### 2.3 Manejo de plantas daninhas em áreas florestais

A ocorrência de plantas daninhas em áreas florestais pode acarretar em perdas na produtividade da espécie florestal cultivada devido à competição por água, luz e nutrientes e outros fatores e, além disso, podem causar riscos de incêndio e dificuldades na colheita. A produtividade também pode ser afetada pelo método de controle das plantas daninhas, por falhas na aplicação de herbicidas e danos mecânicos às mudas (WOCH, 2014).

O manejo integrado de plantas daninhas aumenta a produtividade florestal e gera ganhos econômicos, já que, no Brasil 25% dos gastos da implantação florestal é devido ao controle de plantas daninhas (WOCH, 2014).

O controle de plantas daninhas deve ocorrer antes do estabelecimento da espécie florestal. Evitar a entrada de propágulos das plantas daninhas na área, escolher a área onde será implantada a floresta, realizar controle mecânico e/ou químico são meios adequados para realizar o manejo integrado de plantas daninhas (FERREIRA *et al.*, 2010).

#### 2.3.1 Interferência x competição

Competição é a interação biológica entre dois ou mais indivíduos quando os recursos são limitados ou a qualidade destes interfere na sua



biodisponibilidade, sendo as plantas mais beneficiadas aquelas que se utilizam de um recurso rapidamente ou que são capazes de continuar a crescer mesmo com baixos níveis de luz, água e nutrientes (SILVA, SILVA, 2007), plantas com elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial também são beneficiadas, pois possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, geralmente levam vantagem na utilização destes (GUSTAFSON *et al.*, 2004).

O conjunto de pressões ambientais sobre uma determinada cultura agrícola em decorrência da presença das plantas daninhas é definido como interferência (RAMOS; PITELLI, 1994).

### 2.3.2 Principais espécies de plantas daninhas

A ocorrência das plantas daninhas varia de região para região e do uso anterior da terra, sendo assim, os problemas encontrados com plantas daninhas em áreas florestais serão diferentes em áreas que antes continham pastagens, cultivos agrícolas ou vegetação nativa. Para realizar o manejo das plantas daninhas é necessário ter o conhecimento da biologia de cada espécie (TUFFI SANTOS *et al.*, 2012). A seguir seguem as principais espécies de plantas daninhas que ocorrem em áreas florestais.

TABELA 1  
 Algumas das principais espécies de plantas daninhas encontradas na  
 silvicultura, no Brasil

<b>Família</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Nome Popular</b>
Poaceae	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiarinha
Poaceae	<i>Imperata brasiliensis</i>	Sapé
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> spp.	Corda-de-viola
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Samambaia-comum
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
Comelinaceae	<i>Commelina benhghalensis</i>	Trapoeraba
Comelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Trapoeraba
Malvaceae	<i>Sida</i> ssp.	Guanxuma
Rubiaceae	<i>Borreria alata</i>	Poaia-do-campo
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	Erva-quente
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	Botão-de-ouro
Asteraceae	<i>Vernonia polyanthes</i>	Assa-peixe
Bignoniaceae	<i>Pyrostegia Venusta</i>	Cipó-de-São-João
Fabaceae	<i>Chamae cristanictitans</i>	Mata-pasto

Fonte: Tuffi Santos *et al.*, 2012.

## 2.4 Manejo de “broto-ladrão” de eucalipto

O manejo dos povoamentos de eucalipto por talhadia pode tornar-se vantajoso, pois a taxa de crescimento inicial de brotações é superior às de mudas devido à presença de um sistema radicular já estabelecido, o que pode resultar em antecipação da produtividade máxima (KAUPPI *et al.*, 1988; TEWARI *et al.*, 2004; DANIEL *et al.*, 1979).

A presença de gemas adventícias e protuberâncias na base da árvore de várias espécies do gênero *Eucalyptus* promovem uma grande habilidade de regeneração após o desfolhamento ou corte da parte aérea (REIS; REIS, 1997).

No Brasil, muitos povoamentos de eucalipto destinados à produção de carvão vegetal, para suprimento de empresas siderúrgicas, bem como para produção de celulose e papel, são manejados com condução de pelo menos uma talhadia (CACAU *et al.*, 2008). Dos 314.000 ha de florestas plantas de *Eucalyptus* no ano de 2012, aproximadamente 50.000 ha representam áreas de condução de rebrota (ABRAF, 2013).

A época da desbrota após corte é variada, de 12 meses (PINHEIRO, 1961) a 18 meses de idade (COUTO *et al.*, 1973), sendo realizada para um a três brotos por toco, para a obtenção de troncos retilíneos e de maior valor (COUTO *et al.*, 1973).

A desbrota pode ser realizado por métodos mecânicos, utilizando-se motosserra ou serrote apropriado para poda (FERRARI *et al.*, 2004), ou por método químico com utilização de herbicidas que inibem o desenvolvimento ou provocam a morte das plantas daninhas (TUFFI SANTOS *et al.*, 2012).

### 2.4.1 Glyphosate

O *glyphosate* é amplamente utilizado no manejo de plantas daninhas por conta de suas características favoráveis ao controle de plantas daninhas e por ser um dos poucos ingredientes ativos registrados para a cultura do eucalipto (TUFFI SANTOS *et al.*, 2005). Sua utilização causa intoxicação das

folhas do eucalipto por se tratar de um herbicida não seletivo (TUFFI SANTOS *et al.*, 2005) causado pela deriva acidental (TUFFI SANTOS, 2006).

O mecanismo de ação deste herbicida é a inibição da enolpiruvil-shikimato-fosfato sintetase (EPSPs), que se trata de uma enzima responsável por uma das etapas de síntese dos aminoácidos aromáticos triptofano, fenilalanina e tirosina (KRUSE *et al.*, 2000).

O glyphosate também é utilizado para o controle da rebrota das cepas (TUFFI SANTOS *et al.*, 2006). Porém há poucas pesquisas voltadas para esclarecer os efeitos da deriva do glyphosate sobre plantas de eucalipto (TUFFI SANTOS *et al.*, 2005).

## REFERÊNCIAS

ABRAF. Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / **ABRAF** – Brasília: 2013.148 p.

BERGERA, U.; PIOUA, C.; SCHIFFERSB, K.; GRIMMC, V. Competition among plants: Concepts, individual-based modeling approaches, and a proposal for a future research strategy. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, p.121–135, 2008.

BIANCO, S.; CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S. Growth and mineral nutrition of *Solanum americanum*. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 293-299, 2010.

BLAKE, T.J. Coppice systems for short-rotation intensive forestry: the influence of cultural, seasonal and plant factors. **Australian Forest Research**, v.3, p.279-291, 1983.

BLANCO, H.G. - A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, v.38, n.10, p. 343-350, 1972.

CACAU, F. V.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; ALVES, F. F.; SOUZA, F. C. Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em um sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília**, v.43, n.11, p.1457-1465, nov. 2008.

CANTARELLI, E. B.; MACHADO, S. L. O.; COSTA, E. C.; PEZZUTTI, R. Efeito do manejo de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de *Pinus taeda* em várzeas na argentina. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 711-718, 2006.

CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; BIANCO, M.S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta daninha**, v.32, n.1, p. 99-107, 2014.

CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p.239-245, 2008.

COUTO, H. T. Z. do; MELLO, H. A.; SIMÕES, J. W.; VENCOSKY, R. Condução da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, n. 7, p. 115 – 123, 1973.

CRUZ, M. B.; ALVES, P. L. C. A.; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 391-401, 2010.

DANIEL, T.W.; HELMS, H.A.; BAKER, F.S. **Principles of silviculture**. New York: McGraw-Hill, 1979. p. 436-459.

DIAS, A.C.R. Germinação de sementes aéreas pequenas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Planta daninha**, v. 27, n. spe, 2009.

FALESI, I. C. Palestra do I Workshop do Mogno-africano. Goiânia: **Mudas Nobres**, 2011. 26 p. (19 e 20 de Agosto de 2011).

FARIA, G.E. de; BARROS, N.F. de; NOVAIS, R.F. de; LIMA, J.C.; TEIXEIRA, J.L. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. **Revista Árvore**, v.26, p.577-584, 2002.

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. Condução de Plantios de *Eucalyptus* em Sistema de Talhadia. Colombo, **Embrapa Florestas**, 2004.

FERREIRA, L. R; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura do Eucalipto**. Viçosa – MG, Ed. UFV, 2010.

FLECK, N.G; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. Interferência de picão preto e guanxuma com a soja: efeitos da densidade de plantio e época relativa de emergência. **Ciência Rural**, v.34, p.41-48, 2004.

FRANÇA, T. S. F. A. **Caracterização tecnológica das madeiras de duas espécies de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev. E *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss.)**. 2014, 105 p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Florestais), Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

GUIMARÃES, K. V. & MARINHO, P. S. B. & SILVA, M. F. G. V. & FERNANDES, J. B. & VIEIRA, P. C. & MÜLLER, M. W. 2004. Limonoides isolados na família Meliaceae. XXVI **Reunião** Anual sobre Evolução, Sistemática e Ecologia Micromoleculares.

GUSTAFSON, D.J.; GIBSON, D.J.; NICKRENT, D.L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**. v. 18, p. 451-457, 2004.

HIGA, R.C.V.; STURION, J.A. Avaliação da brotação de treze espécies de *Eucalyptus* na região de Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.22/23, p.79-86, 1991.

JUVENAL, T. L., MATTOS, R. L. G. O Setor Florestal no Brasil e a Importância do Reflorestamento. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.16, p. 3 30, set. 2002.

KAUPPI, A.; KIVINIITTY, M.; FERM, A. Growth habit and crown architecture of *Betula pubescens* Ehrh. Of seed and sprout origin. **Canadian Journal of Forest Research**, v.18, p.1603-1613, 1988.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPs: Revisão de literatura. **Revista Brasileira Herbicida.**, v. 1; n. 2, p. 139-146, 2000.

MARTINS, T. A.; CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S.; BIANCO, S. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Merremia aegyptia*. **Planta Daninha**, v. 28, p. 1023-1029, 2010. (Número Especial)

MENDES, J. B. **Estratégias e Mecanismos Financeiros para Florestas Plantadas**. Curitiba, Nov. 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano Safra Agrícola e Pecuário 2013/2014. Brasília-DF. 2013. Disponível em: [www.agricultura.gov.br/pap](http://www.agricultura.gov.br/pap) acessado em 26 de julho de 2013.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação frequente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2005.

MORA, A. L. E GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000.

PAIVA, H.N. de; PAULA NETO, F. de; BRANDI, R.M.; VALE, A.B. do. Influência das idades de corte e de desbrota e do número de brotos sobre o desenvolvimento da brotação de cepas de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.7, p.1-10, 1983.

PARK, E.S.; BENJAMIN, R.L.; WATKINSON, A.R. The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic. **Annals of Botany**, v. 92, p. 741 -748, 2003.

PASSINI, T.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; YADA, I.F.U. Competitivity of the common-bean plant relative to the weed alexandergrass (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.). **Scientia Agricola**, v.60, p.259-268, 2003.

PEREIRA, M. R. R. *et al.* Densidades de plantas de *Urochloa decumbens* em convivência com *Corymbia citriodora*. **Seminário: Ciências Agrárias**, v. 32, supl. 1, p.1803-1812, 2011.

PINHEIRO, J.V. - 1961 - Operações silviculturais: rotações, produções, objetivos das plantações (América Latina). In: São Paulo, Segunda Conferencia Mundial do Eucalipto: relatório e documentos. v. 2.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n. 29, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. Interferência de plantas daninhas nas áreas de reflorestamento. In. Seminário técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento, 1., 1998, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1998. p. 44-64.

RAMOS, L.R.M.; PITELLI, R. A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1523-1531, 1994.

REIS, G. G. e REIS, M. G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. Série Técnica **IPEF**, v. 11, n. 30, p. 9-22, maio, 1997.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 671-678, 2007.

ROSA, C. A. B. **Influência do teor de lignina da madeira de *Eucalyptus globulus* na produção e na qualidade da celulose kraft**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, 150p., 2003.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa - MG, Ed. UFV, 2007.

SOUZA, J.R.J.; VIDAL, I.H.L.; VIANI, G.A.R. Ação de extratos aquoso e etanólico de espécies vegetais na germinação de sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Ciências Agrárias**, v. 23, n. 2, p. 197-202, 2002.

TEIXEIRA, V. C. M. **Avaliação da usinagem da madeira de mogno africano (*Khayaivorensis* A. Chev.)**. 2011, 45 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

TEWARI, S.K.; KATIYAR, R.S.; BALAK RAM, P.N.M. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. **Biomass and Bioenergy**, v.26, p.229-234, 2004.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v.64, p.78-92, 2003.



TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA 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**, v.18, p.395-404, 2000.

TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; DUARTE, W.M.; TIBURCIO, R.A.S; SANTOS, M.V. (2006) Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006

TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; MEIRA, R.M.S.A.; BARROS, N.F.; FERREIRA, L.R.; MACHADO, A.F.L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142. 2005.

TUFFI SANTOS, L. D.; MENDES, L. R.; DUARTE, E.R; GLORIA, J. R.; ANDRADE, J. M.; CARVALHO, L. R.; PEREIRA SALES, N. L. Manejo de plantas daninhas em áreas florestais. **In:** Montes Claros: Institutos de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G; NEIVA, S. A. O Comportamento do Mercado da Madeira de Eucalipto no Brasil. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 4, p. 393-403, 2004.

WOCH, R. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM FLORESTAS PLANTADAS. **3º Encontro Brasileiro de Silvicultura**, p. 221 – 232, 2014.

**CAPÍTULO 2: INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA  
MORFOFISIOLOGIA DE MOGNO-AFRICANO (*Khaya  
ivorensis*)**

**RESUMO**

As plantas podem sofrer alterações morfofisiológicas quando submetidas à restrição de recursos em função de processo competitivo com outras espécies. Objetivou-se avaliar os efeitos da interferência da *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha* nas características morfofisiológicas do mogno-africano (*Khaya ivorensis*) após convivência. A espécie florestal foi cultivada em convívio à *C. benghalensis* ou com *B. brizantha*, em diferentes densidades. O delineamento experimental foi em DBC em esquema fatorial 2x6, com cinco repetições. Para o fator um foram utilizadas duas espécies de plantas daninhas (*C. benghalensis* e *B. brizantha*) e para o fator dois seis densidades de plantas infestantes (0, 14, 28, 42, 56 e 70 indivíduos por m<sup>2</sup>) em convivência com uma muda de mogno-africano. Aos 90 dias após início da convivência (DAC) realizaram-se as análises morfofisiológicas. *Commelina benghalensis* não promoveu interferência nos parâmetros fisiológicos avaliados, exceto na *E. Brachiaria. brizantha* que interferiu negativamente nas variáveis fisiológicas do mogno-africano com redução nos valores de *A*, *g<sub>s</sub>*, *EUA* e *E*. Mogno-africano convivente em altas densidades de plantas daninhas apresentou valores inferiores de MSF e ID. Nos demais parâmetros morfológicos avaliados a presença de espécies daninhas estudadas, em qualquer densidade, promoveu interferência negativa no crescimento do mogno-africano, exceto o NF em plantas conviventes com *C. benghalensis*, e com maior intensidade observada em convivência com o *B. brizantha*. O mogno-africano apresenta comprometimento quanto às características morfofisiológicas principalmente em convivência com *B. brizantha*.

**Palavras-chave:** competição, fotossíntese, crescimento, *Brachiaria brizantha*, *Commelina benghalensis*.

## CHAPTER 2: INTERFERENCE OF WEEDS IN MORPHOPHYSIOLOGY OF MAHOGANY-AFRICAN (*Khaya ivorensis*)

### ABSTRACT

Plants can suffer morphophysiological changes when subjected to restriction of resource in function of competitive process with other species. The objective was to evaluate the effects of interference of *Commelina benghalensis* and *Brachiaria brizantha* in morphophysiological characteristics of African mahogany (*Khaya ivorensis*) after coexistence. The forest species was cultivated in coexistence to *C. benghalensis* or with *B. brizantha*, in different densities. The experimental design was in DBC in factorial scheme 2x6, with five replications. For factor one were used two weed species (*C. benghalensis* and *Brachiaria*) and for the factor two, six densities of weeds (0, 14, 28, 42, 56 and 70 individuals per m<sup>2</sup>) in coexistence with a seedling of African mahogany. To the 90 days after beginning of coexistence (DAC) were realized the morphophysiological analysis. *Commelina benghalensis* did not cause interference in the physiological parameters evaluated, except in *E. Brachiaria. brizantha* that interfered negatively in the physiological variables of the African mahogany with reduction in values of A, gs, EUA and E. African mahogany cohabitant at high weed densities showed lower values of MSF and ID. In the other morphological parameters evaluated the presence of studied weed species at any density, promoted negative interference in the growth of African mahogany, except the NF in coexistent plants with *C. benghalensis* and with greater intensity observed in coexistence with the *B. brizantha*. Mahogany African shows commitment on the morphophysiological characteristics mainly in coexistence with *B. brizantha*.

**Keywords:** competition, photosynthesis, growth, *Brachiaria brizantha*, *Commelina benghalensis*.

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas plantadas com eucalipto correspondem a 70% da área de plantios comerciais. Entretanto tem crescido nos últimos anos investimentos no plantio de árvores nobres cuja madeira se destaca pelo alto valor agregado (ABRAF, 2013).

A espécie *Khaya ivorensis* A. Chev., conhecida como mogno-africano, é difundida para exploração madeireira com vistas à substituição do mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*, King). Nos últimos anos o plantio do mogno-africano tem aumentado, tornando-se parte de programas de reflorestamento visando exportação de madeira em todo o país. O desenvolvimento da espécie nas áreas do Cerrado brasileiro, quando em projetos irrigados, é promissor dado à adaptação inicial da espécie as condições edafoclimáticas e ao crescimento mais rápido do que as árvores dessas espécies plantadas na Amazônia (WALLAU *et al.*, 2008). Contudo, poucas são as informações relacionadas à formação e ao desenvolvimento de mudas desta espécie, principalmente em condições de estresse (SANTOS *et al.*, 2008), incluso os causados pela interferência com plantas daninhas.

As plantas daninhas são consideradas boas competidoras por apresentarem adaptação a ambientes desfavoráveis, por serem agressivas quanto à colonização de novas áreas e pela grande produção de propágulos com alta capacidade de disseminação e longevidade (LORENZI, 2008).

A competição se estabelece quando a exigência dos competidores por recursos se intensifica, tornando a capacidade do meio menor que a requisição dos concorrentes. Essa competição, entre a espécie cultivada e as plantas daninhas, afeta ambas, porém a “daninha” quase sempre sobrepuja a cultivada (PITELLI, 1985). O crescimento inicial das espécies florestais é bem inferior ao observado nas plantas daninhas, o que intensifica os problemas com a matocompetição. A interferência de plantas daninhas com espécies florestais pode levar a alterações nas variáveis morfofisiológicas da planta cultivada (PITELLI; MARCHI, 1998; TOLEDO *et al.*, 2000).

O mogno-africano possui sistema de cultivo ainda em desenvolvimento, com práticas silviculturais adaptadas de outras espécies mais tradicionais no Brasil, sendo desconhecidos os reais efeitos da interferência de plantas daninhas sobre a cultura. Logo, objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento inicial e a morfofisiologia do mogno-africano (*K. ivorensis*) em convivência com a trapoeraba (*C. benghalensis*) e o capim-braquiarião (*B. brizantha*) em diferentes densidades das infestantes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Montes Claros – MG, localizado na longitude 43° 51' 53" W e na latitude 16° 44' 13" S e a 650 m de altitude, entre os meses de setembro e dezembro do ano agrícola de 2012. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw – Tropical de Savana. Os dados climáticos do período de realização do ensaio são apresentados na Gráfico 1.

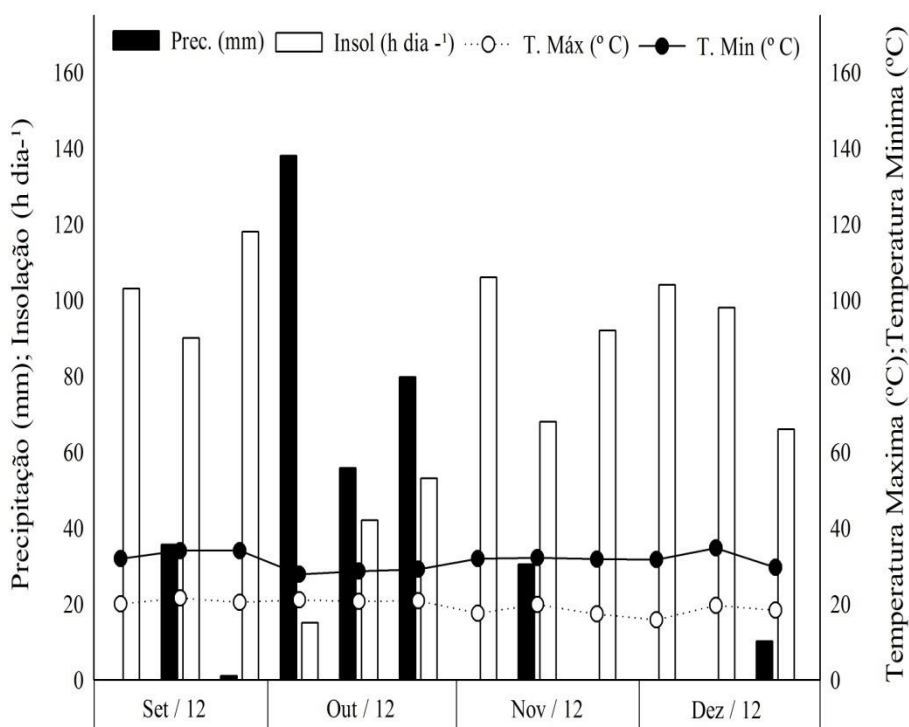


GRÁFICO 1 – Médias descendiais de Precipitação (mm), Temperatura Máxima e Mínima (°C) e Insolação (h) obtidas durante o período de condução do experimento (Fonte: 5° DINMET – Montes Claros - MG).

As mudas de mogno-africano (*Khaya ivorensis*) produzidas através de propagação vegetativa em substrato comercial foram adquiridas na Fazenda Atlântida Agropecuária LTDA, localizada município de Pirapora/MG.

Posteriormente foram transplantadas em vasos com capacidade de 12 litros, preenchidos com substrato na proporção 3:1:1, solo coletado na camada arável (0-20 cm), areia e esterco bovino respectivamente. A necessidade de correção e adubação foi realizada de acordo com as exigências para a cultura do eucalipto. O substrato utilizado apresentou textura média, 24,72 mg kg<sup>-1</sup> de P, 159,0 mg kg<sup>-1</sup> de K, 11,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca e 3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg e pH de 6,9.

O ensaio foi instalado em blocos casualizados, com cinco repetições, em esquema fatorial simples 2 x 6. O fator 1 foi representado pelas plantas daninhas conviventes, (*Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*) e o fator 2 pela densidade de plantas daninhas sendo 0, 1, 2, 3, 4 e 5 plantas/vaso, que correspondem a 0, 14, 28, 42, 56 e 70 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente, em convivência com uma muda de mogno-africano.

As mudas da *C. benghalensis* foram obtidas através de fragmentos do caule com aproximadamente 10 cm de comprimento contendo dois nós. Esses foram submetidas a leito de enraizamento por 30 dias, após esse período as mudas foram uniformizadas por tamanho antes do transplântio para os vasos que já continham a muda de mogno-africano. As mudas de *B. brizantha* foram obtidas através de sementes que permaneceram em placas de espuma fenólica com cubos de 2x2x2 (cm) de lado. Essas placas foram mantidas em casa de vegetação com irrigação adequada por 30 dias. Após o período de formação das mudas essas foram uniformizadas por tamanho (10 ± 3 cm) e número de perfilhos (2 ou 3) antes do transplântio para os vasos.

Durante a convivência das plantas os vasos foram irrigados 3 vezes ao dia e as plantas daninhas retiradas semanalmente. Foi realizada uma adubação de cobertura com N e K<sub>2</sub>O parcelada aos 30 e 40 dias após o plantio com 60% da dose destes macronutrientes no plantio e seguindo as recomendações adotadas para cultura do eucalipto.

As avaliações fisiológicas nas plantas de mogno-africano procederam-se aos 90 dias após o início da convivência das plantas (DAC), em folhas maduras no terço médio da espécie florestal. Determinou-se as taxas de fotossíntese líquida por unidade de área foliar ( $A = \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ao vapor de água ( $g_s = \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) taxa transpiratória

foliar ( $E = \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a eficiência no uso da água ( $\text{EUA} = \mu\text{mol CO}_2 / \text{mmol H}_2\text{O}$ ) nas plantas de mogno em convivência com as plantas daninhas. Nas determinações de trocas gasosas foliares foi utilizado o medidor portátil LI-6400 (Li-Cor Inc., Nebraska, USA). As medições pontuais foram realizadas entre 7 e 11 h. O tempo mínimo, pré-estabelecido para a estabilização das leituras, foi de 120 s e o máximo, para salvar cada leitura, de 180 s. Além da radiação fotossinteticamente ativa ( $\text{RFA} = 1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), foram mantidos constantes a temperatura do bloco a  $26^\circ\text{C}$  e o  $\text{CO}_2$  atmosférico no interior da câmara foliar.

A altura e o diâmetro das plantas de mogno-africano foram determinados aos 0 e 90 DAC e os dados utilizados para determinar o incremento destas variáveis. A altura das plantas de mogno-africano foi mensurada a partir da base do caule até a última folha, o diâmetro na base do caule rente ao solo.

Aos 90 DAC as plantas de mogno-africano tiveram sua parte aérea seccionada e determinaram-se o número de folhas, a área foliar, massa seca do caule, massa seca de folhas e concomitantemente procedeu-se o corte das plantas daninhas para determinação da massa seca de sua parte aérea. A área foliar foi realizada destacando-se todas as folhas das plantas de mogno-africano, estas foram digitalizadas e submetidas à análise de imagens, com auxílio do software Image-Pro Plus, versão 4.1, para Windows® (Media Cybernetics, Silver Spring, MD, USA), sendo calculada a área do limbo de cada folha presente na imagem. Para determinação da massa seca das plantas de mogno-africano e das plantas daninhas o material seccionado foi colocado em sacos de papel e mantidos em estufa de circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$  por 72 h ou até atingirem peso constante, sendo posteriormente pesados em balança analítica de precisão.

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância a 5% de significância. Ajustaram-se equações de regressão, em função da densidade de plantas daninhas, testando-se os coeficientes a 1, 5 ou 10% pelo teste t, para o desdobramento da interação entre os fatores e para o efeito isolado da densidade de plantas daninhas.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa fotossintética, a condutância estomática, a transpiração e a eficiência do uso da água das plantas de mogno-africano foram influenciadas ( $P \leq 0,05$ ) pela interação entre a densidade e a espécie de plantas daninhas convivente. Com o aumento da densidade de plantas de *Brachiaria brizantha* convivendo com a espécie florestal constatou-se redução nos valores observados para as variáveis fisiológicas, com ajuste quadrático da regressão ajustada (Gráfico 2, 3 e 4). Entretanto observou-se uma tendência de recuperação em todas variáveis morfofisiológicas nas maiores densidades avaliadas em convivência com capim-braquiarião. Altas densidades de indivíduos de mesma espécie podem promover redução da capacidade competitiva da comunidade em convivência com diferentes espécies o que reduz a amplitude de interferência interespecífica (BLANCO, 1972).

O aumento da densidade de plantas daninhas testado no presente estudo aumentou a interferência intraespecífica para os indivíduos de *C. benghalensis* e *B. brizantha*. Assim a partir de 42 indivíduos/m<sup>2</sup> dessas duas infestantes observou-se uma diminuição da interferência interespecífica com o mogno-africano (Gráfico 1, 2 e 3). Matos *et al.* (2013) evidenciaram que a espécie *Brachiaria decumbens* em competição com *Coffea arabica* apresentou maior habilidade competitiva quando em maior densidade, reduzindo a taxa fotossintética, a condutância estomática e a transpiração do cafeeiro.

As variáveis fisiológicas do mogno-africano não foram influenciadas pela convivência com a *C. benghalensis* independente da densidade da espécie infestante (Gráfico 2, 3, 4 e 5).

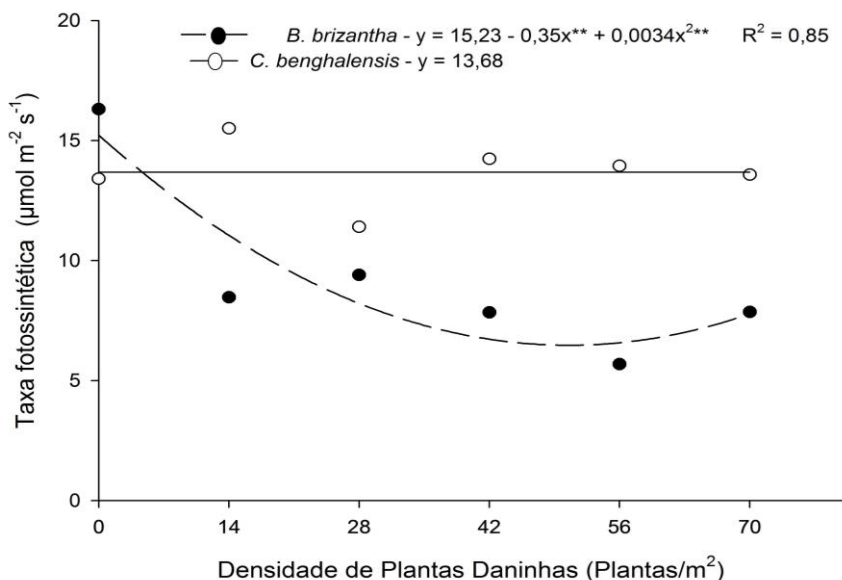


GRÁFICO 2 - Taxa fotossintética líquida (A) do mogno-africano em relação às densidades de plantas daninhas, após 90 dias de convivência.

A *B. brizantha* apresentou maior potencial de interferência com o mogno-africano em relação à *C. benghalensis* (Tabela 1). Isto pode ser explicado pelo fato da *B. brizantha* possuir características morfológicas como hábito de crescimento ereto, maior altura e taxa de crescimento que as mudas de mogno-africano, fato que a favorece na competição por luz. Por outro lado, a *C. benghalensis* possui hábito de crescimento decumbente e porte baixo quando comparada as mudas da espécie florestal utilizada. Cada planta possui determinada necessidade de luz, em sistemas sob competição pode ocorrer à interferência na disponibilidade de luz, onde o balanço na faixa do vermelho e vermelho-distante sofre efeito do sombreamento, pode gerar alterações na eficiência fotossintética (CONCENÇO *et al.*, 2008).

TABELA 1

Características fisiológicas de plantas de mogno-africano em convivência com diferentes densidades de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*, aos 90 dias após o plantio.

Espécie Convivente	Taxa fotossintética ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )					
	Densidade da planta daninha (indivíduo/m <sup>2</sup> )**					
	0	14	28	42	56	70
<i>Brachiaria brizantha</i>	16,31	8,47b	9,40 b	7,84b	5,69b	7,86b
<i>Commelina benghalensis</i>	13,41	15,5a	11,41a	14,23a	13,94a	13,58a
Espécie Convivente	Condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) **					
	0,24	0,20b	0,17b	0,15b	0,14b	0,19b
	0,25	0,33a	0,25a	0,27a	0,23a	0,23a
<i>Brachiaria brizantha</i>	0,24	0,20b	0,17b	0,15b	0,14b	0,19b
<i>Commelina benghalensis</i>	0,25	0,33a	0,25a	0,27a	0,23a	0,23a
Espécie Convivente	Eficiência no uso da água ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$ )**					
	3,16	1,93b	2,15b	2,18b	1,73b	2,48b
	2,69	2,83a	2,55a	2,87a	2,51a	2,83a
<i>Brachiaria brizantha</i>	3,16	1,93b	2,15b	2,18b	1,73b	2,48b
<i>Commelina benghalensis</i>	2,69	2,83a	2,55a	2,87a	2,51a	2,83a

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A redução de variáveis fisiológicas em espécies florestais decorrentes da convivência com *B. brizantha* foi relatada no trabalho de Silva *et al.* (2000). De acordo com autores sob menor incidência de luz provocada pela planta daninha a taxa transpiratória do eucalipto sofre redução.

Com o aumento da densidade das plantas de *B. brizantha* houve diminuição na condutância estomática das plantas de mogno-africano o que pode ser atribuído à redução da intensidade luminosa ou ao aumento da competição por água. Espécies com aparato fotossintético do tipo C<sub>3</sub>, como o mogno-africano, necessitam de um período de abertura estomática maior para elevar o nível de CO<sub>2</sub> no mesófilo foliar e potencializar a taxa fotossintética, o que acarreta maior condutância estomática e aumento da transpiração pela planta (MATOS *et al.*, 2013), o que foi observado no presente estudo. A taxa de transpiração e a taxa de fotossíntese líquida são proporcionais à condutância estomática e ao potencial de água na folha. Assim, quando a taxa transpiratória aumenta, mediante radiação incidente sobre a planta, o CO<sub>2</sub> é absorvido para a fotossíntese e a água é liberada por

transpiração (CONCENÇO *et al.*, 2008). Os dados da literatura corroboram com o sincronismo nas respostas fisiológicas do mogno-africano decorrentes da competição com *B. brizantha* e *C. benghalensis* observadas no presente estudo.

A transpiração das plantas de mogno-africano foi influenciada ( $P \leq 0,05$ ) pelos fatores isolados densidade e espécie de planta daninha, não havendo interação entre os fatores ( $P > 0,05$ ). Entretanto não foram ajustadas regressões que se adequassem ao fenômeno biológico estudado em função da densidade de plantas daninhas. Maior transpiração foi observada em plantas de mogno-africano mantidas em convivência com *C. benghalensis* ( $5,37 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) quando comparada as mudas da espécie florestal mantidas sobre interferência da *B. brizantha* ( $4,33 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

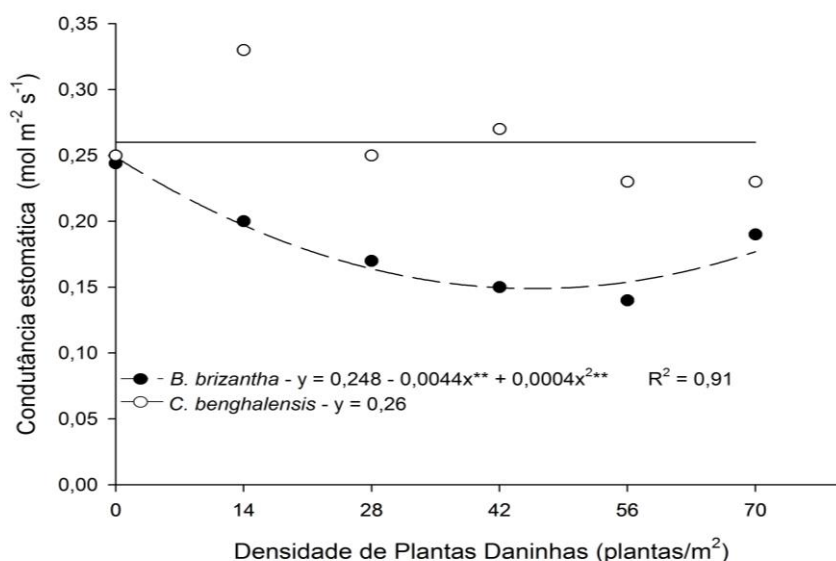


GRÁFICO 3 - Condutância estomática ao vapor de água ( $g_s$ ) do mogno-africano em relação às densidades de plantas daninhas, após 90 dias de convivência.

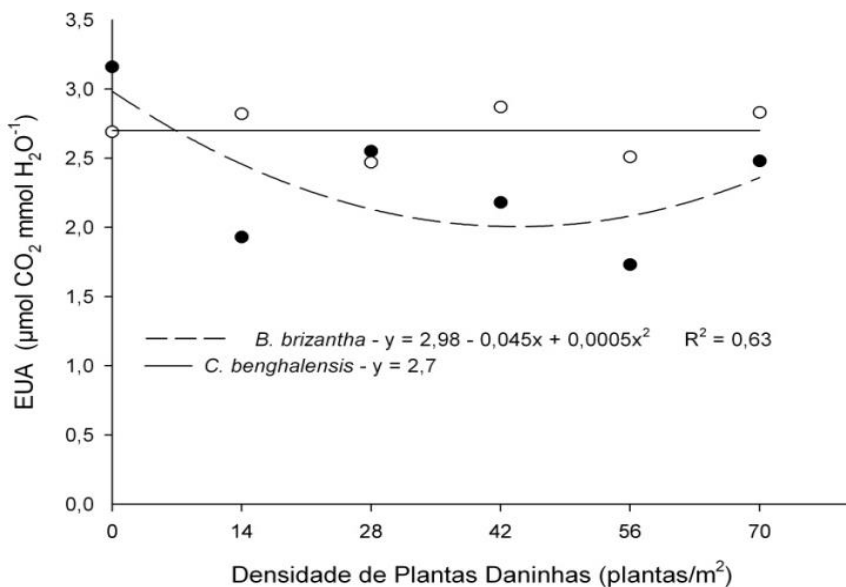


GRÁFICO 4 - Eficiência no Uso da Água (*EUA*) do mogno-africano em relação às densidades de plantas daninhas, após 90 dias de convivência.

O incremento em altura das plantas de mogno-africano foi influenciado ( $P \leq 0,05$ ) pela interação entre os fatores densidade e espécie de planta daninha convivente. Com o aumento da densidade de plantas daninhas observou-se diminuição no incremento em altura para o mogno-africano com ajuste linear para a espécie *C. benghalensis* e quadrático para *B. brizantha* (Gráfico 5A).

O incremento em diâmetro das plantas de mogno-africano não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela interação entre os fatores testados e pelas espécies de plantas daninhas. Entretanto com o aumento da densidade das plantas daninhas houve redução quadrática do diâmetro das plantas de mogno-africano (Gráfico 5 B). Toledo *et al.* (2000), encontraram resultados que vão de acordo com este trabalho, afirmando que plantas de *Eucalyptus grandis* em convivência com *B. decumbens* apresentaram redução significativa na altura. Em estudo realizado por Ronchi e Silva (2006), não se observou interferências negativas significativa de *C. benghalensis* no

diâmetro de plantas de café, contrariamente ao observado no presente estudo.

O mogno-africano apresenta crescimento do caule mais intenso que o observado por plantas de café (RONCHI; SILVA, 2006) o que possibilita a expressão da interferência das plantas daninhas sobre essa variável.

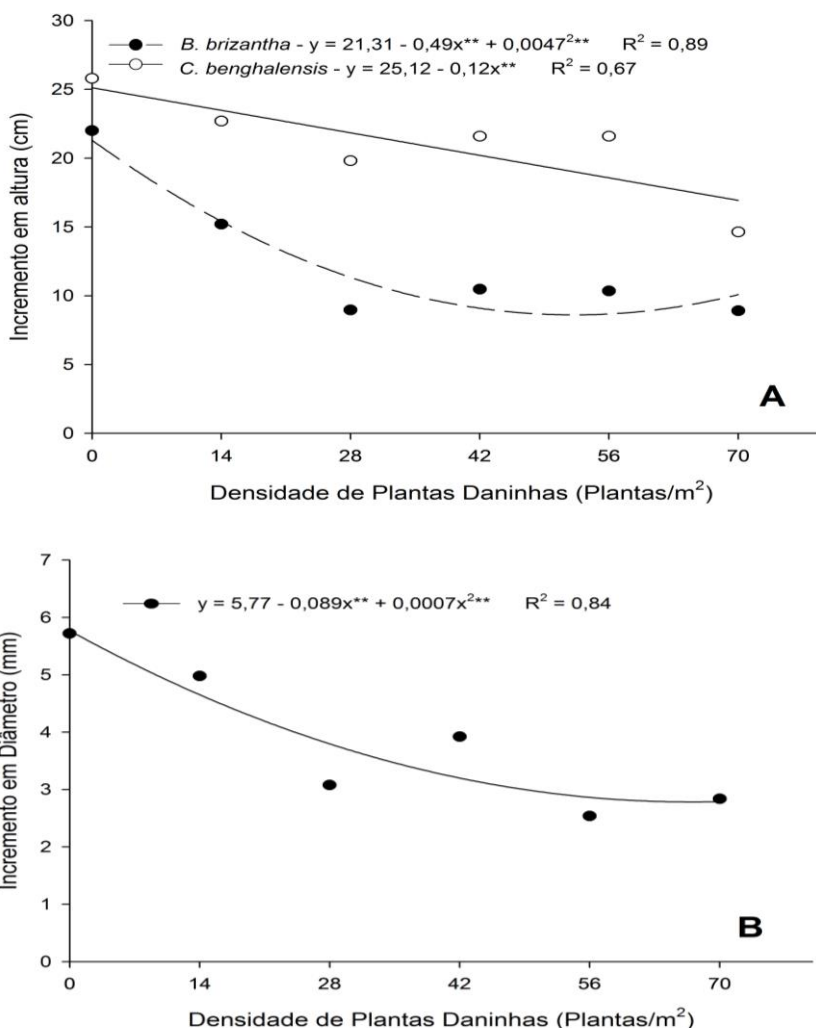


GRAFICO 5 - Incremento na altura (A) e diâmetro (B) do mogno-africano em convivência com diferentes densidades de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*.

A área foliar, o número de folhas e a massa seca do caule de plantas de mogno-africano apresentaram interação significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os fatores densidade e espécie de planta daninha. A área foliar do mogno africano e o número de folhas apresentaram redução crescente com o aumento da densidade de *B. brizantha* mantida em convívio com a espécie florestal, com ajuste quadrático para as equações (Gráfico 6).

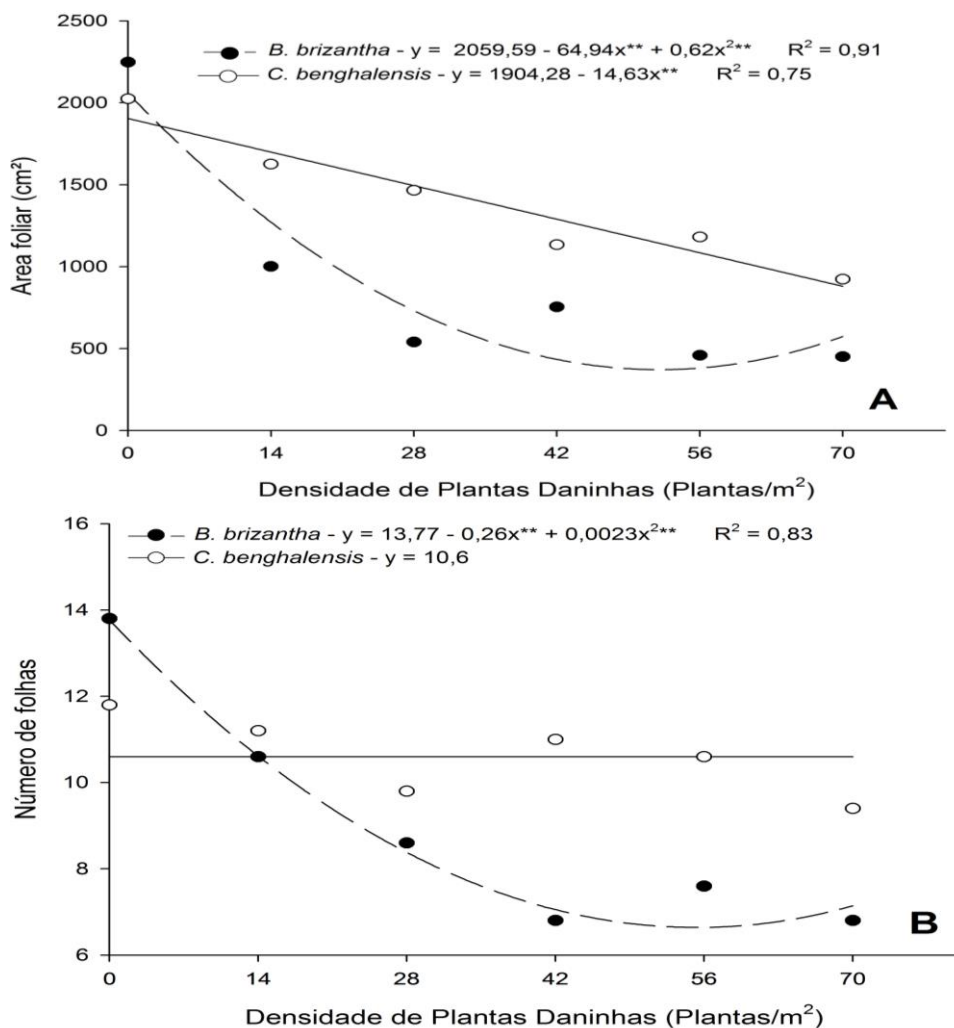


GRÁFICO 6 - Área foliar (A) e número de folhas (B) do mogno-africano em convivência com diferentes densidades de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*.

O aumento da densidade de *C. benghalensis* em convívio com o mogno-africano proporcionou redução linear na área foliar da espécie florestal, porém sem alterações no número de folhas (Gráfico 6). De modo geral a *B. brizantha* proporcionou maior interferência negativa nas plantas de mogno-africano, quando comparada a *C. benghalensis*.

A massa seca das folhas apresentou decréscimo em função do aumento da densidade de plantas daninhas, independente da espécie infestante (Gráfico 7 A), não apresentando efeito ( $P > 0,05$ ) da interação entre os fatores e da espécie de planta daninha. A massa seca do caule foi influenciada ( $P \leq 0,05$ ) pela interação entre os fatores densidade e espécie de planta daninha. O aumento da densidade de *C. benghalensis* ou de *B. brizantha* proporcionou redução, com ajuste quadrático das equações, da massa seca do caule de plantas de mogno-africano (Gráfico 7 B). Este resultado corrobora com Costa *et al.* (1998), que encontraram redução nestes mesmos parâmetros em *E. grandis* em convivência com *C. benghalensis*.



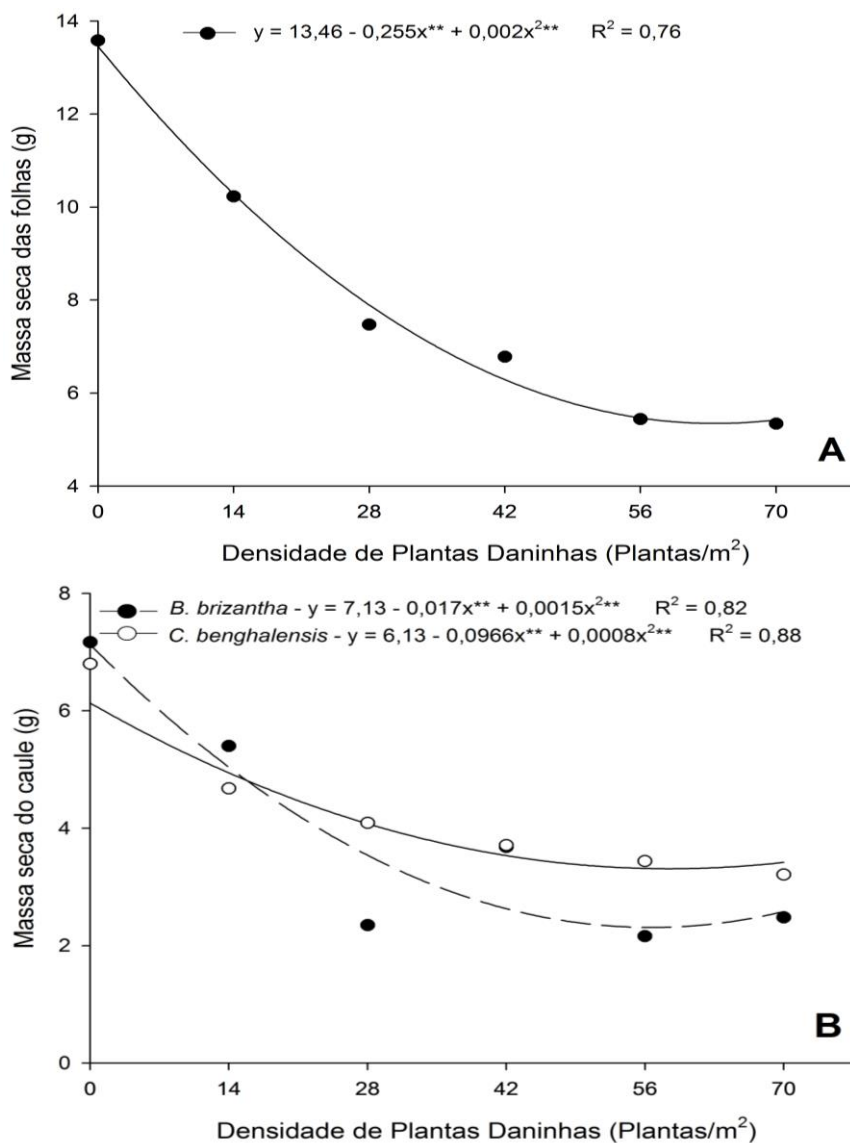


GRÁFICO 7 - Massa Seca das folhas (A) e do caule (B) do mogno-africano em convivência com diferentes densidades de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*.

Assim como observado nas variáveis fisiológicas, de modo geral, a *B. brizantha* apresentou maior interferência no crescimento e na morfologia das

plantas de mogno-africano quando comparada a *C. benghalensis*, independe da densidade da planta daninha (Tabela 2).

TABELA 2

Características morfológicas de plantas de mogno-africano em convivência com diferentes densidades de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*, aos 90 dias após o plantio.

Espécie Convivente	Incremento em altura (cm)**					
	Densidade da planta daninha (indivíduo/m <sup>2</sup> )					
	0	14	28	42	56	70
<i>Brachiaria brizantha</i>	22	15,20b	8,96b	10,5b	10,35b	8,9b
<i>Commelina benghalensis</i>	25,8	22,7a	19,82a	21,60a	21,65a	14,65a
Espécie Convivente	Área foliar (cm <sup>2</sup> )**					
	Densidade da planta daninha (indivíduo/m <sup>2</sup> )					
	0	14	28	42	56	70
<i>Brachiaria brizantha</i>	2248	1001b	540b	754b	459b	451b
<i>Commelina benghalensis</i>	2024	1625a	1465a	1134a	1181a	923a
Espécie Convivente	Número de folhas**					
	Densidade da planta daninha (indivíduo/m <sup>2</sup> )					
	0	14	28	42	56	70
<i>Brachiaria brizantha</i>	13,8	10,6b	8,6b	6,2b	7,6b	6,8b
<i>Commelina benghalensis</i>	12,8	11,2a	9,4a	11,8a	11,6a	10,6a
Espécie Convivente	Massa seca do caule (g)**					
	Densidade da planta daninha (indivíduo/m <sup>2</sup> )					
	0	14	28	42	56	70
<i>Brachiaria brizantha</i>	7,17	5,40a	2,35b	3,68a	1,13b	2,48b
<i>Commelina benghalensis</i>	6,30	4,68b	4,09a	3,44b	3,71a	3,21a

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A habilidade competitiva das plantas é determinada pela espécie e ou a sua densidade de ocorrência nas áreas cultivadas (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008; CARVALHO; BIANCO; BIANCO, 2014). A interferência das duas espécies daninhas testadas não está associada apenas a densidade da infestante, pois *C. benghalensis* e *B. brizantha* apresentaram elevada habilidade competitiva quando comparada ao mogno-

africano mesmo quando cultivadas na menor densidade, equivalente a 01 planta daninha convivendo com 01 indivíduo espécie florestal. Isso pode ser comprovado pela queda considerável nas médias das variáveis morfológicas quando se compara o mogno em monocultivo com o seu cultivo em convivência com 14 indivíduos/m<sup>2</sup> das infestantes (Gráficos 5, 6 e 7). O maior entendimento da habilidade competitiva de cada espécie aqui testada pode ser obtido com futuros ensaios utilizando-se os experimentos substitutivos, (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008).

O presente estudo traz avanços sobre o entendimento dos aspectos da interferência de plantas daninhas sobre o cultivo de mogno-africano. Novos estudos a campo, em cultivos comerciais e por maior período de tempo devem ser realizados para enriquecer as informações sobre o manejo de plantas daninhas na cultura do mogno-africano.

#### 4 CONCLUSÕES

A *C. benghalensis* e *B. brizantha* causam interferência negativa nos parâmetros morfofisiológicos e menor crescimento inicial, independentemente da densidade, no mogno-africano (*K. ivorensis*), no entanto, a trapoeraba não interferiu na fisiologia de plantas de mogno-africano.

A *B. brizantha* apresenta maior agressividade em relação à trapoeraba e ambas devem ser controladas independentemente da densidade no período inicial de crescimento do mogno-africano (*Khaya ivorensis*).

## REFERÊNCIAS

- ABRAF Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico 2013 ano base 2012 / **ABRAF**. – Brasília: 2013. 148p.
- BLANCO, H.G. - A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, v.38, n.10, p. 343-350, 1972.
- CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; BIANCO, M.S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta daninha**, v.32, n.1, p. 99-107, 2014.
- CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p.239-245, 2008.
- CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; GALON, L.; REIS, M.R.; D'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; SILVA, L.V.B.D. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 595-600, 2008.
- COSTA, A. G. F.; PAVANI, M. C. M. D.; ALVES, P. L. C. A. Interferência de *Commelina benghalensis*, em densidades crescentes, no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*, em condições de inverno. Reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, **Anais**. p. 52, 1998.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa, SP: **Plantarum**, 2008. 640p.
- MATOS, C. C.; FIALHO, C.M.T.; FERREIRA, E.A.; SILVA, D.V.; SILVA, A.A.; SANTOS, J.B.; FRANÇA, A.C.; GALON, L. Physiological characteristics of coffee plants in competition with weeds. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1111-1119, 2013.
- PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n. 29, p. 16-27, 1985.
- PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. Interferência de plantas daninhas nas áreas de reflorestamento. In. Seminário técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento, 1., 1998, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1998. p. 44-64.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Efeitos da competição de plantas sobre o crescimento de plantas jovens de café. **Planta Daninha**, v 24, n. 3 p.415-423, 2006.

SANTOS, A. R.; TUCCI, F. A. C.; HARA, S. A. F.; SILVA, G. W. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia Macrophylla* King). **Acta Amazônia**, v. 38, p. 453 – 458, 2008.

SILVA, W. D.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; FIRMINO, L.E. Taxa transpiratória de mudas de eucalipto em resposta a níveis de água no solo e à convivência com *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.923-928, 2000.

TOLEDO, R.E.B.; VICTORIA 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**, v.18, p.395-404, 2000.

WALLAU, R. L. R.; BORGES, A. R.; ALMEIDA, D. R.; CAMARGOS, S. L. Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 14, p. 304-310, 2008.

### CAPÍTULO 3: BIOACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES EM *Khaya ivorensis* EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS

#### RESUMO

A interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas é influenciada pela espécie e densidade da infestante e dos processos decorrentes da competição por nutrientes. No mogno-africano, a convivência com plantas daninhas pode limitar a disponibilidade de nutrientes, prejudicando seu crescimento e produtividade. Objetivou-se avaliar os efeitos da interferência durante o convívio da *Brachiaria brizantha* e da *Commelina benghalensis* no conteúdo relativo de nutrientes da parte aérea do mogno-africano (*Khaya ivorensis*). O experimento foi conduzido em blocos casualizados no esquema fatorial 2x6, sendo duas espécies de plantas daninhas convivendo em seis densidades (0, 1, 2, 3, 4 ou 5 indivíduos/vaso) com uma muda de mogno-africano. Aos 90 dias após o plantio (DAP) determinou-se os teores de macronutrientes e posteriormente a quantidade de nutrientes acumulados. O convívio com *B. brizantha* ou com a *C. benghalensis* causou interferência no conteúdo relativo de macronutrientes do mogno-africano. A interferência de plantas daninhas variou com as densidades das infestantes que foram mais eficientes na bioacumulação de nutrientes em relação às mudas de mogno-africano. A convivência de *C. benghalensis* e *B. brizantha* com mogno-africano acarreta evidente diminuição no conteúdo relativo de macronutrientes na espécie florestal. A acumulação de macronutrientes por *C. benghalensis* e *B. brizantha* supera em muito o acumulado pelo mogno-africano.

**Palavras-chave:** macronutrientes, interferência, trapoeraba, capim-braquiarião.

### CHAPTER 3: BIOACCUMULATION OF NUTRIENTS IN *Khaya ivorensis* IN COEXISTENCE WITH WEEDS

#### ABSTRACT

Interference of weeds in agricultural crops is influenced by the species and density of the infestant and of the processes resulting from competition for nutrients. In mahogany, coexistence with weeds may limit the availability of nutrients, damaging its growth and productivity. The objective was to evaluate the effects of interference during the coexistence of *Brachiaria brizantha* and *Commelina benghalensis* in the content related to nutrient on the aerial part of mahogany (*Khaya ivorensis*). The experiment was conducted in randomized blocks in a factorial scheme 2x6, being two weed species coexisting in six densities (0, 1, 2, 3, 4 or 5 individuals / vessel) with a seedling of mahogany. To the 90 days after planting (DAP) was determined the macronutrient contents and subsequently the amount of nutrient accumulated. The coexistence with *Brachiaria* or with *C. benghalensis* caused interference in the relative content of macronutrients of the mahogany. The weed interference varied with the density of the weeds which were more efficient in nutrient bioaccumulation in relation to mahogany seedlings. The coexistence of *C. benghalensis* and *B. brizantha* with African mahogany brings clear drop in the relative content of macronutrient in the forest species. The accumulation of macronutrients by *C. benghalensis* and *B. brizantha* far outweighs the accumulated by mahogany.

**Keywords:** macronutrient, interference, Benghal dayflower, breadgrass, micronutrient



## 1 INTRODUÇÃO

Nos agroecossistemas é incomum encontrar plantas que vivam isoladamente. Estas costumam estar em convivência com plantas da mesma espécie, ou não, sendo sujeitas a interações positivas, negativas ou neutras (PARK; BENJAMIN; WATRINSON, 2003). Essas interações podem ser notadas por diferenças na taxa de crescimento e na arquitetura da planta, o que torna importante conhecer as causas e respostas das culturas as mudanças (RADOSEVICH, 1996).

Em culturas florestais a interferência de plantas daninhas é mais severa no início do crescimento (PITELLI; MARCHI, 1998), onde as árvores possuem desenvolvimento lento e porte baixo. Porém, em espécies de crescimento lento e plantios menos adensados, essa interferência pode prolongar-se ao longo do ciclo da floresta. O mogno-africano (*Khaya ivorensis*) tem sido utilizado em programas de reflorestamento, principalmente no Cerrado, com bons resultados de desenvolvimento em projetos irrigados (WALLAU *et al.*, 2008).

Nos solos brasileiros, principalmente no Cerrado, a disponibilidade de nutrientes é baixa tornando os aspectos competitivos por nutrientes críticos em qualquer sistema de produção desenvolvido nesses ambientes. As plantas daninhas, de modo geral, apresentam habilidade na obtenção de nutrientes quando em comparação com as culturas agrícolas (MARTINS *et al.*, 2010; BIANCO; CARVALHO; BIANCO, 2010). Entretanto, para espécies cultivadas herbáceas e anuais de rápido crescimento, a capacidade competitiva de uma cultura pode ser superior em relação à habilidade competitiva das plantas daninhas (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008; PASSINI *et al.*, 2003; FLECK *et al.*, 2004). A habilidade competitiva das plantas daninhas pode ser atribuída às características da espécie infestante e ou a sua elevada densidade de ocorrência nas áreas cultivadas (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008; CARVALHO; BIANCO; BIANCO, 2014).

As informações sobre a habilidade competitiva do mogno-africano na literatura são raras, principalmente com espécies daninhas de importância

mundial como a *Commelina benghalensis* e a *Brachiaria brizantha*. Conhecer os aspectos competitivos relacionados à obtenção de nutrientes quando da convivência de plantas daninhas com mogno-africano é fundamental para ajustar práticas de manejo no campo. Nesse contexto, objetivou-se determinar os efeitos da competição entre o mogno-africano e as plantas daninhas no conteúdo relativo de macronutrientes e micronutrientes das plantas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Montes Claros – MG, a 650 m de altitude, no ano agrícola de 2012 cujo clima, pela classificação de Köppen, é Aw – Tropical de Savana.

As mudas de mogno-africano foram transplantadas para vasos com capacidade de 12 litros, preenchidas com substrato na proporção 3:1:1 de solo, areia e esterco bovino respectivamente.

A necessidade de correção e adubação foi realizada de acordo com as exigências para a cultura do eucalipto, por falta de recomendação para cultura do mogno-africano. O substrato utilizado apresentou textura média, 24,72 mg kg<sup>-1</sup> de P, 159,0 mg kg<sup>-1</sup> de K, 11,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca e 3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg e pH de 6,9.

O ensaio foi instalado em blocos casualizados, com cinco repetições, em esquema fatorial simples 2 x 6. O fator 01 representado pela espécie convivente (*Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*) e o fator 02 pela densidade de plantas daninhas correspondentes a 0, 1, 2, 3, 4 ou 5 plantas/vaso, que correspondem a 0, 14, 28, 42, 56 e 70 plantas/m<sup>2</sup> em convivência com uma muda de mogno. Durante a convivência das plantas os vasos foram irrigados 3 vezes ao dia e as plantas estranhas à parcela experimental retiradas semanalmente. Foi realizada uma adubação de cobertura com N e K<sub>2</sub>O parcelada aos 30 e 40 dias após o plantio com 60% da dose destes macronutrientes no plantio e seguindo as recomendações adotadas para cultura do eucalipto.

Aos 90 dias de convivência as plantas de mogno-africano, *C. benghalensis* e *B. brizantha* tiveram sua parte aérea seccionada para determinação da massa seca. Após seca e pesada, a parte aérea das plantas de mogno-africano e de plantas daninhas foram moídas para determinação dos teores de macro e micronutrientes na parte aérea das mudas (MALAVOLTA *et al.*, 1997; TEDESCO *et al.*, 1995).

Para análise e interpretação dos dados obtidos de teores de macro e micronutrientes foi calculado o conteúdo relativo de nutrientes na parte aérea das plantas conviventes expresso em porcentagem, sendo atribuído à planta

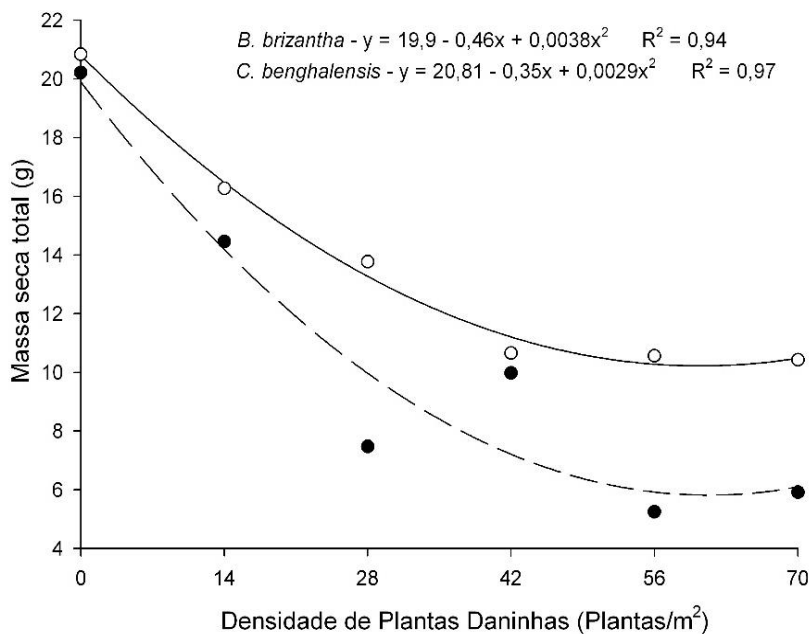
de mogno-africano mantida em monocultivo o valor de 100%. Procedeu-se posteriormente análise descritiva dos resultados obtidos.

Os dados quantitativos foram submetidos á análise de variância a 5% de significância. Ajustaram-se equações de regressão, em função da densidade de plantas daninhas, testando-se os coeficientes a 1, 5 ou 10% pelo teste t, para o desdobramento da interação entre os fatores e para o efeito isolado da densidade de plantas daninhas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo relativo de macro e micronutrientes da parte aérea do mogno-africano apresentou considerável redução devido à convivência com a *C. benghalensis* e *B. brizantha* (Tabela 1). A convivência do mogno-africano com plantas de *B. brizantha* ocasionou variação em função da densidade da planta daninha no conteúdo de todos os macronutrientes, porém sem um padrão claro ou tendência (Tabela 1). Por outro lado o cultivo em conjunto da espécie arbórea com a *C. benghalensis* não resultou em grandes variações decorrentes do número de indivíduos da infestante (Tabela 1).

Comportamento semelhante foi verificado em experimento com a soja, onde os teores de macronutrientes da planta oscilaram no período avaliado, não evidenciando qualquer relação com o aumento na densidade de *Euphorbia heterophylla* (CARVALHO; BIANCO; GUZZO, 2010). Por outro lado, o conteúdo de macronutrientes na parte aérea de mudas de café diminui com o aumento da densidade de plantas daninhas como *Bidens pilosa*, *Commelina difusa* e *Leonurus sibiricus* (RONCHI *et al.*, 2003).



**Gráfico 1** - Massa Seca da parte aérea do mogno-africano em convivência com densidades de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha*.

O mogno apresentou decréscimo no acúmulo de biomassa da parte aérea independentemente da densidade e da espécie de planta daninha. Entretanto o capim-braquiarião demonstrou maior interferência negativa em relação à trapoeraba.

QUADRO 1

Conteúdo relativo de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de mogno africano, cultivadas em vasos, sob interferência de diferentes densidades de *Brachiaria brizantha* e de *Commelina benghalensis*.

Espécie Daninha	Plantas/ m <sup>2</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
		(% )										
<i>Brachiaria brizantha</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	14	80	66	81	75	76	76	82	76	78	74	79
	28	29	31	49	45	48	34	43	51	53	29	46
	42	71	79	86	77	80	75	80	52	55	94	60
	56	26	31	50	43	52	39	43	40	42	37	43
	70	51	63	57	52	58	45	54	38	51	60	59
<i>Commelina benghalensis</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	14	47	74	61	58	64	71	67	40	50	75	54
	28	54	69	57	57	48	60	58	35	55	63	48
	42	45	66	45	48	46	61	59	24	49	47	48
	56	57	76	52	49	56	53	82	27	54	73	46
	70	50	63	56	46	56	69	62	47	47	66	47

As plantas daninhas apresentaram maior bioacumulação de macro e micronutrientes em relação às mudas de mogno-africano quando da convivência de 01 planta de cada espécie (tabela 2), o que evidencia a habilidade competitiva das espécies infestantes. As plantas de *B. brizantha* e *C. benghalensis* apresentaram diminuição no conteúdo relativo de todos os macro e micronutrientes acumulados quando do aumento da densidade de indivíduos no vaso, determinado pela interferência intraespecífica (Tabela 3).

A trapoeiraba independentemente da densidade manteve-se estável em relação ao acúmulo de biomassa seca em sua parte aérea (Gráfico 2). O capim-braquiarião no entanto demonstrou comportamento antagônico com elevação da biomassa em função da densidade de indivíduos (Gráfico 2). Adicionalmente, a *B. brizantha* em qualquer densidade foi superior em acúmulo de biomassa ( $P < 0,05$ ).

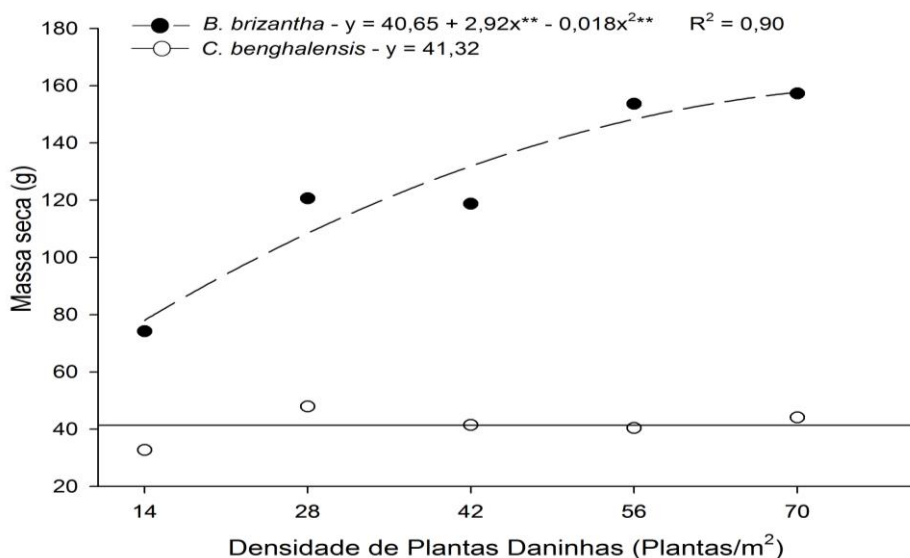


Gráfico 2 - Massa Seca total da parte aérea de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha* com diferentes densidades em convivência com o mogno-africano.

## QUADRO 2

Conteúdo relativo (CR) de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas daninhas, cultivadas em vasos, em várias densidades, juntamente com uma planta de mogno-africano

Espécie daninha	Plantas /m <sup>2</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
		(%)										
<i>Brachiaria brizantha</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	14	242	516	380	120	487	233	963	325	891	403	61
	28	415	698	744	181	778	278	1120	381	1619	643	98
	42	317	703	628	158	582	314	1447	388	1404	398	90
	56	393	788	567	214	636	470	1549	635	1597	593	115
	70	321	819	623	169	734	244	1430	695	1826	485	94
<i>Commelina benghalensis</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	14	135	388	242	154	159	172	578	224	299	208	106
	28	153	608	286	241	238	291	653	307	519	292	113
	42	167	676	231	254	279	263	832	322	549	371	99
	56	159	537	258	252	255	250	715	260	644	335	108
	70	165	581	290	258	264	287	896	242	625	314	84

As duas espécies de plantas daninhas demonstraram eficiência na bioacumulação de macronutrientes, principalmente do P, que chega a ser 8,1 e 6,7 vezes mais acumulado para *B. brizantha* e *C. benghalensis*, respectivamente, que em plantas de mogno-africano. O crescimento individual das plantas daninhas decresce com o aumento de sua densidade, onde a competição intraespecífica é maior (RADOSEVICH *et al*, 1996). Além da avaliação do comportamento individual das espécies no processo competitivo, é importante verificar a influência da variação na proporção de indivíduos entre elas. Sendo assim, em altas densidades, o valor final de cada indivíduo na competição pode ser diminuído, aumentado ou se manter constante (CURY *et al.*, 2012).

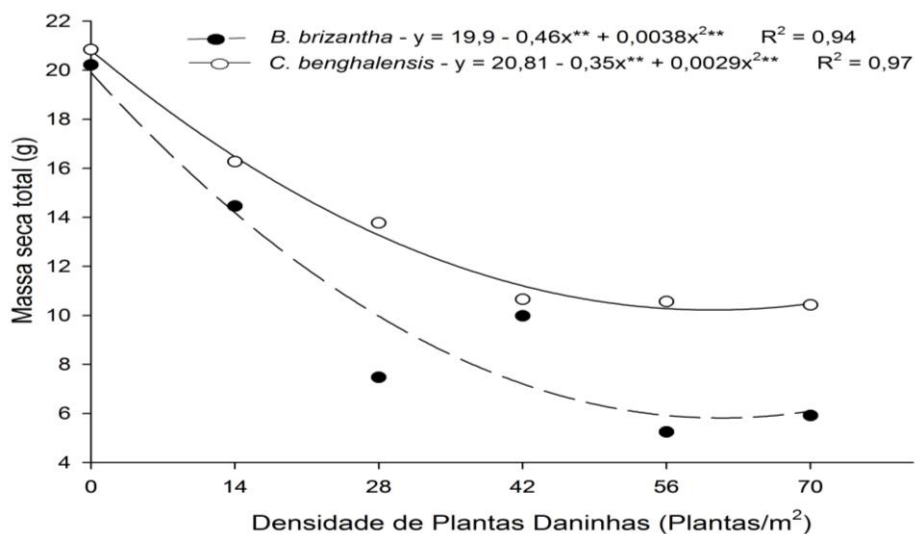


Gráfico 3 - Massa Seca da parte aérea de *Commelina benghalensis* e *Brachiaria brizantha* com diferentes densidades por indivíduo em convivência com mogno-africano.

Quando se considera individualmente a massa acumulada nota-se que as plantas daninhas sofreram redução do crescimento em função do aumento da densidade e fica evidente o efeito da competição intraespecífica (Gráfico e tabela 3).



## QUADRO 3

Conteúdo relativo (CR) de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas daninhas por indivíduos, cultivadas em vasos, em várias densidades, juntamente com uma planta de mogno-africano

Espécie Daninha	Planta /m <sup>2</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
		(%)										
<i>Brachiaria brizantha</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	14	242	516	380	120	487	233	963	325	891	403	61
	28	208	349	372	91	389	139	560	191	810	322	49
	42	159	234	209	53	65	105	482	129	468	133	30
	56	98	197	142	53	40	118	387	159	399	148	28
	70	64	164	125	34	29	49	286	139	365	97	19
<i>Commelina benghalensis</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	14	135	388	242	154	159	172	578	224	299	208	106
	28	77	304	143	121	60	146	326	154	260	146	57
	42	56	225	77	85	31	88	277	107	183	124	33
	56	40	134	65	63	16	63	179	65	161	84	27
	70	33	116	58	52	11	57	179	48	125	63	17

Zalesny Júnior *et al.* (2011) relatam a importância dos cuidados com a competição causada pelas plantas daninhas com os cultivos florestais como mogno-africano. As informações na literatura sobre a habilidade competitiva dessa espécie florestal com plantas daninhas são raras, bem como sobre os efeitos no crescimento e na produção de madeira.

#### 4 CONCLUSÕES

A convivência de *C. benghalensis* e *B. brizantha* com mogno-africano acarreta evidente diminuição no conteúdo relativo de nutrientes na espécie florestal. A acumulação de nutrientes por *C. benghalensis* e *B. brizantha* supera em muito o acumulado pelo mogno-africano.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; GUZZO, C.D. Interferência de *Euphorbia heterophylla* no crescimento e acúmulo de macronutrientes da soja. **Planta daninha**, v.28, n.1, p. 33-39, 2010.
- BIANCO, S.; CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S. Growth and mineral nutrition of *Solanum americanum*. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 293-299, 2010.
- CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; BIANCO, M.S.. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta daninha**, v.32, n.1, p. 99-107, 2014.
- CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p.239-245, 2008.
- CURY, J.P.; SANTOS, J.B.; SILVA, E.B.; BYRRO, E.C.M.; BRAGA, R. R.; CARVALHO, F.P.; SILVA, D.V. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. **Planta daninha**, v. 30, n. 2, p. 287-296, 2012.
- FLECK, N.G; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. Interferência de picão preto e guanxuma com a soja: efeitos da densidade de plantio e época relativa de emergência. **Ciência Rural**, v.34, p.41-48, 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. 319 p.
- MARTINS, T. A.; CARVALHO, L.B.; BIANCO, M.S.; BIANCO, S. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Merremia aegyptia*. **Planta Daninha**, v. 28, p. 1023-1029, 2010. (Número Especial)
- PASSINI, T.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; YADA, I.F.U. Competitivity of the common-bean plant relative to the weed alexandergrass (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.). **Scientia Agricola**, v.60, p.259-268, 2003.
- PARK, E.S.; BENJAMIN, R.L.; WATKINSON, A.R. The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic. **Annals of Botany**, v. 92, p. 741 -748, 2003.
- PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. Interferência de plantas daninhas nas áreas de reflorestamento. In. Seminário técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento, 1., 1998, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1998. p. 44-64.

RADOSEVICH, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, v. 1, n.3, p. 190-198, 1996.

RONCHI, C. P., TERRA, A.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. **Porto Alegre**: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

ZALESNY JUNIOR, R.S.; STANTURF, J.A.; EVETT, S.R.; KANDIL, N.F.; SORIANO, S. Opportunities for woody crop production using treated wastewater in Egypt. i. Afforestation Strategies. **International Journal of Phytoremediation**, v.13, n. 1, p. 102–121, 2011.

WALLAU, R.L.R.; BORGES, A. R.; ALMEIDA, D. R.; CAMARGOS, S. L. Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 304-310, 2008.

## **CAPÍTULO 4: MÉTODOS DE CONTROLE DE BROTAÇÕES INDESEJÁVEIS E SUA RELAÇÃO COM O CRESCIMENTO, A PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MADEIRA DO EUCALIPTO**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar o crescimento, a qualidade e o incremento de madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate. O ensaio foi desenvolvido em uma área de cultivo comercial de eucalipto no município de Belo Oriente-MG. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições, representado por parcelas úteis contendo 36 árvores de eucalipto. Os tratamentos consistiam de: manutenção de todos os brotos (testemunha); deslocamento com cavadeira; retirada com foice; glyphosate aplicados diretamente sobre os brotos indesejados nas doses de 360; 720; 1.080 ou 1.440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate. Foram avaliados: a intoxicação pelo herbicida aos 15 dias após aplicação (DAA), incremento em altura (ALT) e diâmetro (DIA) através de medições aos 0, 120, 300 e 540 DAA do fuste principal. O volume produzido individualmente (VI) e por hectare (Vpha) de madeira foram mensurados aos 300 e 540 DAA. Para análise da densidade básica e teor de extrativos da madeira foram coletadas oito árvores por faixa de intoxicação (0; 1-15; 16-30; 31-45; 46-60 %). Para caracterização química do extrativo foi analisado por CG-EM extrativo de serragem obtida próxima a medula em árvores nas faixas de intoxicação de: 0, 16-30 e 46-60 %. O eucalipto apresentou intoxicação independentemente da dose de glyphosate aplicada nas brotações indesejadas. Todos os tratamentos de controle foram eficientes na eliminação de brotações indesejadas aos 300 DAA. Plantas sob controle químico de brotações apresentaram médias reduzidas de altura e diâmetro em relação ao controle mecânico, com destaque para deslocamento com cavadeira aos 120 DAA. Aos 300 e 540 DAA não houve diferença significativa entre os métodos de controle de brotações indesejadas nos parâmetros de crescimento ALT e DIA. Porém, maiores produtividades foram encontradas quando a desbrota foi realizada mecanicamente em volume de madeira

(Vpha). As brotações foram eliminadas independentemente do método. Não houve alteração nas características físicas e químicas avaliadas em madeira de eucalipto intoxicados. Entretanto, foi promovida a modificação na composição química dos extrativos.

**Palavras-chave:** talhadia, glyphosate, segunda rotação, broto-ladrão.

## **CHAPTER 4: METHODS OF CONTROLS OF UNDESIRABLE SPROUTS AND ITS RELATION WITH GROWTH, PRODUCTION AND QUALITY OF EUCALYPTUS WOOD**

### **ABSTRACT**

Aimed evaluate growth, quality and the increase of eucalyptus wood when submitted to mechanical thinning or by using glyphosate. The essay was conducted in an area of commercial cultivation in a city of Belo Oriente-MG. The experimental design was randomized blocks with four replications, represented by helpful plots containing 36 eucalyptus' trees. The treatments consisted of: maintenance of all sprouts (witness); displacement using spade; withdrawal with sickle; glyphosate directly applied on undesirables' sprouts at doses of 360, 720, 1.080 or 1.440 g ha<sup>-1</sup> of glyphosate. Were evaluated the intoxication caused by herbicide 15 days after application (DAA), increase on height and diameter through measurements 0, 120, 300 and 540 days after application of the main shaft. The individually and per hectare volume produced of wood, were measured at 300 and 540 days after application. For analysis of basic density and rate of woods extractives were gathered up eight trees per zone of intoxication (0; 1-15; 16-30; 31-45; 46-60%). For chemical characterization of extractive was analyzed by CG-EM extractive of sawdust obtained close marrow in trees at zones of intoxication of: 0, 16-30 and 46-60%. Eucalyptus exhibited intoxication independently of glyphosate dose applied on unwelcome sprouts. All control treatments were efficient at elimination of undesirable sprouts 300 days after application. Plants under chemical control of sprouts exhibited low averages of height and diameter comparing to mechanical control, especially with displacement of spade 120 days after application. 300 and 540 days after application didn't have significantly difference amid methods of undesirable sprouts' control in parameters of growth height and diameter. However, higher productivities were found when realized mechanically thinning of wood's volume. Sprouts were eliminated independently of the method. There were no alterations at

physical and chemical evaluated features of intoxicated eucalyptus wood. However modifications at chemical composition of extractives were promoted.

**Keywords:** Coppice, glyphosate, second rotation, bud thief



## 1 INTRODUÇÃO

As áreas de condução da brotação para um novo ciclo de produção de madeira de eucalipto, chamado sistema de talhadia, tornaram-se frequentes nos últimos cinco anos em empresas florestais. Em pequenas e médias propriedades também é comum a condução da brotação por até três ciclos, sem a reforma do povoamento. Entre os anos de 2009 e 2012 foram conduzidas as rebrotas de árvores de eucalipto em cerca de 229 milhões de hectares ou 37% das áreas de reforma dos povoamentos de eucalipto (ABRAF, 2013). Tal fato é atribuído ao menor custo para condução da brotação quando comparado aos plantios e a restrição orçamentária no setor, que se prolonga desde a crise econômica de 2008 (ABRAF, 2013).

No sistema de condução das brotações do eucalipto, os brotos laterais podem causar competição pelos recursos com o fuste principal da árvore. Após o corte das árvores a emissão de brotações é numerosa e de elevado vigor. No caso da condução da brotação para um novo ciclo escolhe-se um fuste principal, de maior desenvolvimento, eliminando-se os demais com operações mecânicas e ou com aplicação de herbicidas.

As brotações após o corte raso apresentam crescimento rápido o que é favorável a competição com as plantas daninhas (TUFFI SANTOS *et al.*, 2010). Porém o excesso de brotações compromete o desenvolvimento do fuste principal a ser mantido. A retirada das brotações indesejáveis (“broto ladrão”), seja por roçada, deslocamento com cavadeira ou aplicação de herbicidas, causa aumento nos custos de produção e pode causar danos ao fuste principal. Observações de campo indicam uma queda inicial no crescimento do fuste quando da aplicação de glyphosate em plantas ainda jovens e com doses mais elevadas do herbicida.

A busca de ajustes na retirada dessas brotações indesejáveis nos plantios de eucalipto em condução tem sido foco de pesquisas e debates no setor florestal. Entretanto, para os materiais genéticos hoje cultivados, não se conhece os reais efeitos da competição dessas brotações, bem como o impacto de sua retirada por métodos mecânicos e químicos na produtividade e qualidade da madeira.

O glyphosate [N-(fosfometil)glicina] pertence ao grupo químico das glicinas substituídas, é um herbicida aplicado em pós-emergência, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica (BERNAL *et al.* 2010), com movimentação via floema e xilema. Esse herbicida é o mais usado em plantios de espécies florestais, em aplicações dirigidas, evitando-se o contato à cultura de interesse.

A alta mobilidade do glyphosate no floema (BERNAL *et al.* 2010) ocasiona concentrações elevadas do produto no ápice caulinar do eucalipto (MACHADO *et al.*, 2009), o que intensifica os sintomas nessa região. Com o tempo as plantas se recuperam e as injúrias desaparecem (TUFFI SANTOS *et al.*, 2011; SALGADO, 2010), porém não se sabe sobre a influência ao adotar-se o manejo com glyphosate sobre as características físicas e químicas da madeira, o crescimento e a produtividade inicial das árvores após os danos causados pela intoxicação do herbicida.

Dentre as características físicas da madeira a densidade básica do lenho é importante para se compreender sua qualidade (OLIVEIRA, 2005) e seu rendimento no processo industrial e na qualidade de polpas e papéis (FOELKEL *et al.* 1992, DEMUNER *et al.* 1992). Em relação à caracterização química os extrativos destacam-se por estar relacionados à resistência ao ataque de patógenos, nas características organolépticas e na densidade básica da madeira (PETTERSEN 1984) apesar de não fazer parte da estrutura química da parede celular. Estes em sua maioria são solúveis em água quente, álcool, benzeno e outros solventes orgânicos, e apresentam massa molecular mediana (BARRIQUELO; BRITO 1985). O herbicida glyphosate inibe a enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase), presente na rota metabólica do ácido chiquímico (FRANZ *et al.*, 1997). Essa rota inibe a formação de aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano utilizados para a produção de proteínas pelas plantas e como precursores de grande número de metabólitos secundários como pigmentos, flavonoides, auxinas, fitoalexinas, lignina e taninos (HERRMANN, 1995). A presente pesquisa tem por objetivo avaliar o crescimento, o incremento e a caracterização química e física da madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate sob diferentes concentrações.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Avaliação do crescimento e produtividade de madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate.

O ensaio foi desenvolvido em uma área que apresentava brotações predominantemente herbáceas a serem conduzidas em sistema de talhadia com 1,79 ha e povoamento composto pelo clone CNB029 em plantios comerciais da Celulose Nipo-Brasileira (CENIBRA), município de Belo Oriente - MG.

O fuste principal foi escolhido aos 4 meses pós-corte da árvore, sendo eliminadas todas as demais brotações com cavadeira. Na ocasião da implantação do ensaio o eucalipto possuía, aproximadamente, 6 meses pós-corte e 3,1m de altura do fuste principal.

Os tratamentos para condução de um fuste principal com controle da brotação (broto-ladrão) consistiam de 1- deslocamento das brotações indesejadas com uso de cavadeira; 2- retirada dos brotos indesejáveis com uso de foice; 3- controle das brotações com aplicação das doses de 360 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate; 4 - aplicação de 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate; 5- aplicação de 1.080 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate; 6- aplicação de 1.440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 7- Manutenção de todos os brotos (testemunha).

O delineamento experimental adotado foi disposto em blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por 64 plantas de eucalipto, no espaçamento 3 x 3,33, com parcela útil composta por 36 plantas centrais.

A aplicação do herbicida foi direcionada ao broto ladrão, não sendo usada proteção para o fuste principal. Para tanto utilizou-se um pulverizador costal, com barra simples contendo ponta modelo TTI110015, pressão de trabalho constante, mantida por válvula reguladora, a 200 KPa, e volume de calda estimado de 100 L ha<sup>-1</sup>, com aplicação somente nas brotações indesejadas.

As plantas de eucalipto na área útil de cada parcela foram avaliadas visualmente quanto à intoxicação por glyphosate no fuste principal aos 15

DAA (ALAM, 1974). Aos 120 DAA foi realizado outro controle das brotações, com os mesmos tratamentos sendo aplicados nas suas respectivas parcelas. Aos 120, 300 e 540 DAA (primeira aplicação) foram mensurados a altura e o diâmetro a 1,3 m de altura (DIA) das plantas de eucalipto, sendo que, aos 300 e 540 DAA concomitantemente foram determinados volume individual em  $m^3$  (VI), e volume produzido por hectare em  $m^3/ha$  (Vpha).

## 2.2 Densidade da madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate

No talhão de eucalipto onde foi desenvolvido o experimento acima descrito, particularmente nas parcelas que receberam a aplicação das doses de 360, 720, 1080 e 1.440  $g\ ha^{-1}$  de glyphosate para controle de brotações indesejadas e como testemunha árvores que as brotações foram deslocadas com cavadeira.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 8 repetições, onde as unidades experimentais constaram-se de árvores com idade aproximada de 17 meses, classificadas em 5 faixas de intoxicação, de acordo com escala adaptada e proposta por TUFFI SANTOS *et al.* (2010), e agrupadas em função das notas recebidas, sendo 0 (Testemunha), 1 a 15 %, 16 a 30 %, 31 a 45 % e 46 a 60 % de intoxicação.

Para a determinação da densidade básica foram cortados 6 discos por árvore correspondentes à altura do DAP, 0, 25, 50, 75 e 100 % do fuste. Foi considerado como fuste a extensão da base à altura referente ao diâmetro mínimo de 4 cm do tronco das árvores. A determinação da densidade básica da madeira foi realizada de acordo com os procedimentos descritos na NBR 11941 (ABNT, 2003). Os dados de densidade da madeira foram submetidos à análise de variância com 5 % de probabilidade.

### 2.3 Determinação do teor de extrativos de eucalipto quando submetido à dosagens diferentes de glyphosate

Para análise do teor de extrativos seguiu-se a adaptação de Silvério e colaboradores (2006) da norma Tappi T 204 cm 1997, adotando-se acetona como solvente extrator. Obteve-se em duplicata amostras de serragem do DAP em duas frações distintas do disco por unidade experimental, de forma que foram obtidas duas amostras ao longo do raio de cada disco, sendo a primeira (A) próxima a casca e a segunda (B) próxima à medula.

A análise da composição química foi realizada a partir do extrativo da serragem da fração B devido a maior probabilidade de parte deste material ter sido formado sob influência da aplicação do herbicida glyphosate no controle das brotações indesejadas e nas faixas de intoxicação de 0 (testemunha), 16 a 30 % e 45 a 60 %. A serragem foi, então, extraída com acetona em aparelho tipo Soxtec, por 45 minutos. O solvente foi removido em capela por evaporação em condição ambiente até a secura, resultando na obtenção de um resíduo marrom avermelhado.

Aproximadamente 2 mg do resíduo sólido foi transferido para vial de derivatização. Em seguida, foram adicionados ao vial 60  $\mu\text{L}$  de piridina e 100  $\mu\text{L}$  de BSTFA (N,O-bis(trimetilsilil)trifluoroacetamida). O sistema foi aquecido a 70 °C por 30 minutos. A solução obtida foi transferida para um *insert* de 100  $\mu\text{L}$  para ser usado no autoinjeter do CG-EM.

Foi utilizado o cromatógrafo a gás da Agilent Technologies (GC 7890A) acoplado ao espectrômetro de massas (MS 5975C), com coluna capilar DB-5MS (Agilent Technologies), fase estacionária de sílica fundida composta por 5% fenil e 95% dimetilsiloxano, com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e filme de 0,25  $\mu\text{m}$  e hélio (99,99999% de pureza) como gás de arraste a um fluxo de 1 mL  $\text{min}^{-1}$ , razão de divisão do injeter (*split*) 1:10, e depois 1:100. O volume injetado foi de 1  $\mu\text{L}$ .

As condições cromatográficas foram as seguintes: a temperatura do injeter foi de 290°C. A coluna cromatográfica iniciou com 80 °C por 5 minutos, aumentando em seguida para 285°C a uma taxa de 4°C  $\text{min}^{-1}$ . A temperatura

final permaneceu em 285°C por 40 minutos. A temperatura do detector e da interface do sistema CG-EM foi de 290°C (Silvério *et al.*, 2007).

O detector de massas foi operado no modo impacto de elétrons (70 eV) e analisador de massas quadrupolar operando com varredura na faixa de 65 a 650 u. A identificação dos componentes dos extratos foi realizada por comparação com os dados espectrais das bibliotecas (NIST 2.0) com injeção de amostras de substâncias padrão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação do crescimento e produtividade de madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate

Todos os tratamentos mecânicos e químicos utilizados demonstraram-se eficientes no controle das brotações de eucalipto após controle aos 180 e 300 dias após corte das plantas de eucalipto. O controle químico das brotações utilizando-se o glyphosate, independentemente da dose aplicada, ocasionou intoxicação do fuste principal que variaram de 13 a 59 % nas doses de 360 e 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate respectivamente, conforme notas obtidas de avaliação visual (Gráfico 1).

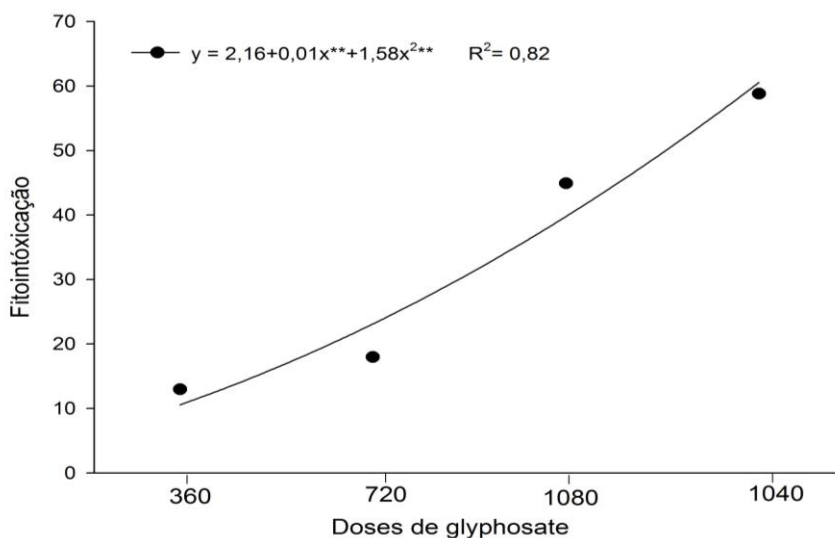


GRÁFICO 1 - Porcentagem de intoxicação do fuste principal de plantas de eucalipto aos 15 dias após aplicação de glyphosate utilizado para o controle de brotações indesejadas em sistema de talhadia.

Nas áreas de condução de rebrota o manejo químico com glyphosate tem sido recomendado e utilizado nas empresas do setor na dose de 720 g ha<sup>-1</sup>. Verifica-se, nas condições experimentais, a possibilidade de redução em 50 % deste insumo sem comprometer a eficiência de controle e a

produtividade das árvores, além de diminuir os riscos de intoxicação do fuste principal (Gráfico 1).

O incremento em altura das árvores de eucalipto, no período entre 0 a 120 dias após o primeiro controle, foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos métodos mecânicos e químicos de erradicação das brotações indesejadas (Tabela 1). Nesse período maior crescimento foi observado para as plantas submetidas ao controle mecânico com cavadeira e foice, não diferindo, porém da testemunha e do controle químico com as doses de 360 e 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate (Tabela 1). Menor crescimento foi observado em plantas submetidas ao controle com 1.440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate. Com o passar do tempo não foram observadas diferenças entre os tratamentos quanto ao incremento em altura e para o diâmetro (Tabela 1 e 2).

TABELA 1

Incremento em altura (ALT) de árvores de eucalipto após controle de brotações indesejáveis em intervalos de medições aos 0-120, 0-300, 0-540, 120-300, 120-540 e 300-540 DAA

	Incremento em altura (m)					
	0-120	0-300 <sup>ns</sup>	0-540 <sup>ns</sup>	120-300 <sup>ns</sup>	120-540 <sup>ns</sup>	300-540 <sup>ns</sup>
Teste	3,64 a	9,63	14,14	5,99	10,50	4,51
foice	3,52 ab	9,71	14,76	6,19	11,25	5,05
cavadeira	3,78 a	10,16	14,74	6,39	10,96	4,57
360*	3,53 ab	9,66	14,07	6,13	10,54	4,41
720*	3,29 abc	9,94	14,24	6,65	10,95	4,30
1080*	3,09 bc	9,44	13,59	6,35	10,50	4,15
1440*	2,95 c	9,18	13,45	6,23	10,50	4,27
Média	3,39	9,67	14,14	6,27	10,74	4,46
CV (%)	6,46	4,30	4,37	5,58	5,22	9,83

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. \*Doses de glyphosate (g ha<sup>-1</sup>).



TABELA 2

Incremento em diâmetro a altura do peito (DIA) de árvores de eucalipto após controle de brotações indesejáveis em intervalos de medições aos 120-300, 120-540 e 300-540 DAA

Tratamentos	Incremento em diâmetro (cm)		
	120-300 <sup>ns</sup>	120-540 <sup>ns</sup>	300-540 <sup>ns</sup>
Testemunha	3,69	6,54	2,74
foice	3,78	6,57	2,74
cavadeira	3,73	6,50	2,77
360 g ha <sup>-1</sup> de glyphosate	3,78	6,76	2,98
720 g ha <sup>-1</sup> de glyphosate	3,82	6,85	2,83
1080 g ha <sup>-1</sup> de glyphosate	3,95	6,91	2,89
1440 g ha <sup>-1</sup> de glyphosate	3,66	6,36	2,61
Média	3,77	6,64	2,79
CV (%)	4,33	5,34	5,12

<sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

O volume individual de madeira de eucalipto, estimado aos 300 e 540 dias após o controle das brotações (DAC), foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos métodos mecânicos e químicos utilizados (Gráfico 2). O controle das brotações indesejadas do eucalipto com aplicação de 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate proporcionou menor volume individual de madeira avaliado aos 300 e 540 dias após a aplicação do herbicida, diferindo da testemunha (Gráfico 2). Aos 540 DAA o volume individual das árvores submetidas ao controle com foice e cavadeira apresentou o maior valor absoluto (Gráfico 2).

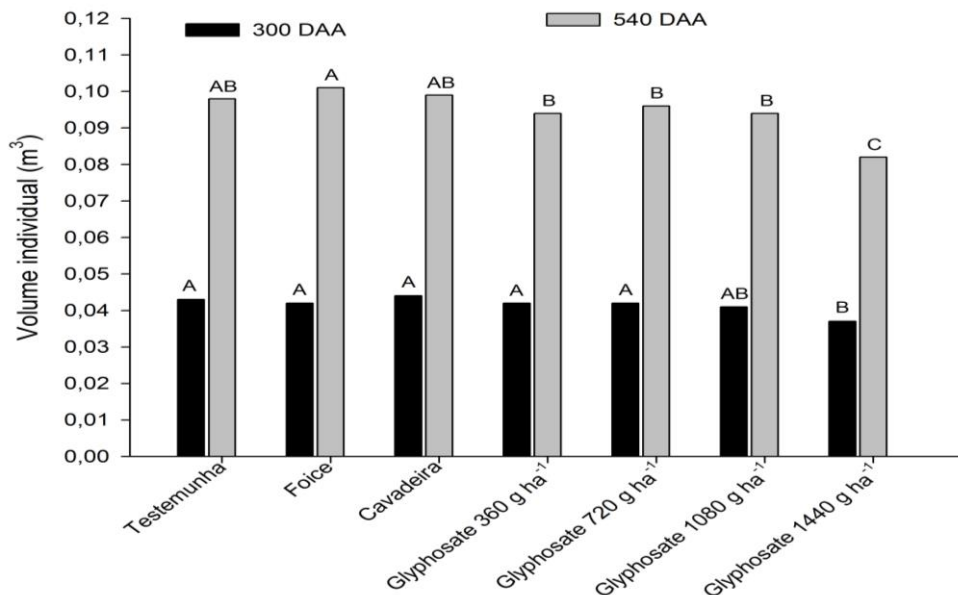


GRÁFICO 2 - Volume individual ( $m^3/\text{árvore}$ ) de madeira de eucalipto em função de métodos de controle de brotações indesejáveis durante condução do fuste principal em sistema de talhadia aos 300 e 540 dias após a aplicação. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

A produtividade de madeira de eucalipto, extrapolada para um hectare, foi superior nas parcelas que tiveram o controle mecânico das brotações indesejadas em detrimento ao controle químico com uso do glyphosate (Gráfico 3).

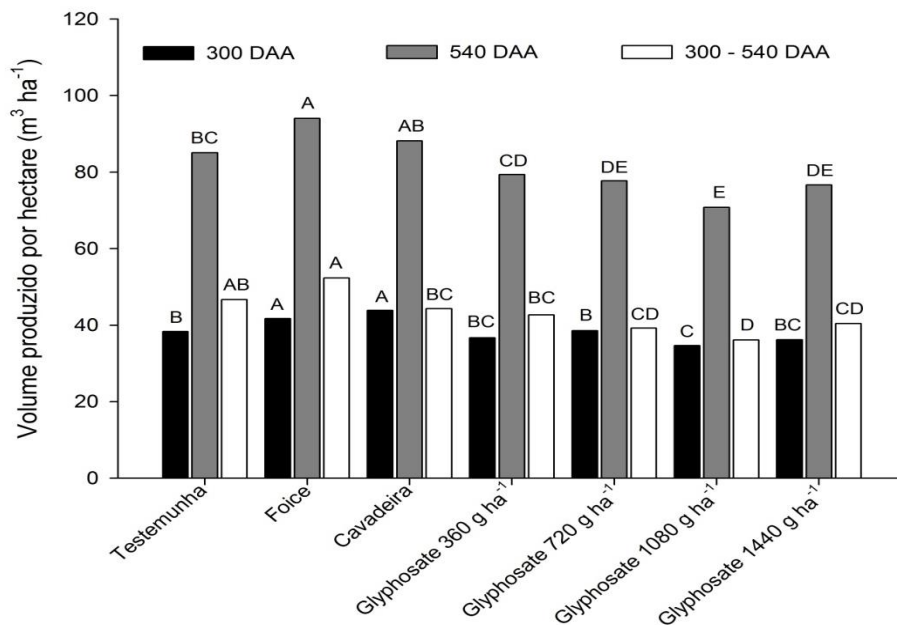


GRÁFICO 3 - Volume produzido por hectare ( $m^3/ha$ ) de madeira de eucalipto em função de métodos de controle de brotações indesejáveis durante condução do fuste principal em sistema de talhadia aos 300 e 540 DAA. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados iniciais demonstram resposta positiva no controle das brotações por cavadeira e foíce quanto a produtividade do eucalipto. O uso do controle químico com glyphosate causou redução no crescimento e na produtividade de madeira do eucalipto quando comparada a plantas sem controle das brotações, porém as árvores da testemunha apresentam vários fustes secundários bem desenvolvidos que dificultam a colheita e não são aproveitados pela indústria para produção de celulose.

O controle químico de brotações indesejadas utilizando-se  $360 g ha^{-1}$  de glyphosate promoveu volume de madeira semelhante à dose recomendada nos povoamentos comerciais que é 50% superior. Assim,

verifica-se inicialmente a possibilidade de reduzir o volume de herbicida o que implica em ganhos econômicos e socioambientais significativos.

Os ensaios devem ser acompanhados até o final do ciclo do eucalipto para maior segurança das informações obtidas. Recomenda-se a instalação de um ensaio semelhante, porém com adição de tratamento com controle de brotações tardio (até 12 meses pós-corte) e acompanhamento da relação custo/benefício econômico e sócio-ambiental inerentes a cada prática adotada.

### 3.2 Caracterização física e química da madeira de eucalipto quando submetido à desbrota mecânica ou com uso de glyphosate

O uso do glyphosate não interferiu na densidade da madeira de eucalipto com sintomas de intoxicação ( $P < 0,05$ ) (Tabela 1). Salgado, 2010 também não obteve diferença na densidade básica de eucalipto com idade de 69 meses após o plantio submetido à deriva de glyphosate.

TABELA 3

Densidade básica da madeira de eucalipto extraída de diferentes alturas (ALT) do fuste de árvores classificadas em faixas de intoxicação por glyphosate

Intoxicação \ Altura	0	1 a 15	16 a 30	31 a 45	46 a 60	CV (%)
	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )					
0% <sup>ns</sup>	0,450	0,456	0,450	0,440	0,470	8,61
DAP <sup>ns</sup>	0,422	0,462	0,425	0,421	0,431	13,80
25% <sup>ns</sup>	0,454	0,427	0,420	0,522	0,433	27,85
50% <sup>ns</sup>	0,442	0,437	0,442	0,446	0,449	4,05
75% <sup>ns</sup>	0,399	0,438	0,450	0,448	0,460	15,41
100% <sup>ns</sup>	0,457	0,448	0,451	0,444	0,458	4,49

<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade.

O teor de extrativos lipofílicos nas amostras A (amostra próxima à casca) e B (amostra próxima à medula), também não apresentaram alterações ( $P < 0,05$ ) em função da faixa de intoxicação (Tabela 2). Salgado (2010) encontrou variação no teor de extrativos na madeira de eucalipto, proveniente de árvores adultas submetidas à deriva de glyphosate. Entretanto, a ausência de efeitos do herbicida nas características da madeira pode estar associado ao fato do glyphosate ter alta mobilidade no floema no sentido fonte-dreno e, com isso, se acumular preferencialmente e em maior quantidade nas raízes (MACHADO *et al.*, 2009).

TABELA 4

Teor de extrativos lipofílicos (TEL) na madeira proveniente do fuste principal de eucalipto classificado em diferentes faixas de toxicidade (TOX) por glyphosate

<b>Intoxicação</b>	<b>0</b>	<b>1-15</b>	<b>16-30</b>	<b>31-45</b>	<b>46-60</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Posição</b>						
A <sup>ns</sup>	4,10	5,04	4,90	5,41	5,30	22,10
B <sup>ns</sup>	4,63	6,33	5,78	5,21	5,15	30,44

<sup>ns</sup>= não significativo a 5% pelo teste F. A= amostra próxima à casca,

B= amostra próxima à medula.

### 3.3 Composição química de extrativos de madeira de eucalipto quando submetido a desbrota mecânica ou com uso de glyphosate

A extração com acetona foi realizada visando obter a quantidade de extrativos totais, incluindo extrativos polares e lipofílicos. A quantidade total de extrativos da madeira de eucalipto submetidos a 0 g ha<sup>-1</sup>, 360 g ha<sup>-1</sup>, 720 g ha<sup>-1</sup>, 1080 g ha<sup>-1</sup> e 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate são apresentados na Gráfico 4.

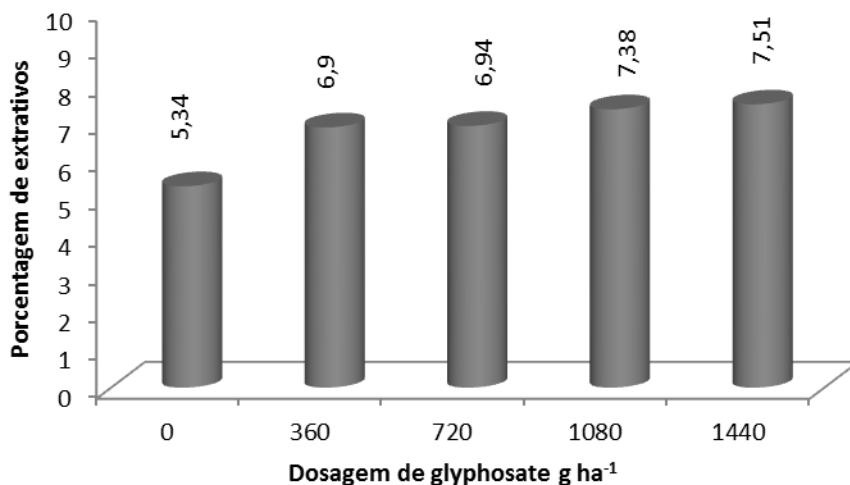


GRÁFICO 4 – Porcentagem de extrativos de madeira de eucálptos submetidos a 0, 360, 720, 1080 e 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate.

Pode-se observar que o menor teor de extrativos foi obtido a partir da madeira de eucalipto sem aplicação de glyphosate. Após aplicação foi observado o aumento do teor de extrativos com a elevação da dosagem de glyphosate.

Em cada caso, os extrativos obtidos foram derivatizados e analisados por CG-EM. A análise por CG-EM dos extrativos de eucaliptos submetidos às cinco dosagens de glyphosate revelou que eles foram bastante semelhantes do ponto de vista qualitativo (Tabela 5). Por isso, apenas será apresentado o cromatograma típico obtido para os extrativos de madeira de eucalipto sem aplicação de glyphosate (Gráfico 1). Os compostos identificados e as áreas cromatográficas relativas de cada composto, em cada dosagem de glyphosate, são mostrados na Tabela 5. Esses compostos foram agrupados em quatro classes químicas principais de acordo com as estruturas químicas (Gráfico 6). Os principais compostos detectados no cromatograma foram identificados e apresentados na Tabela 5.

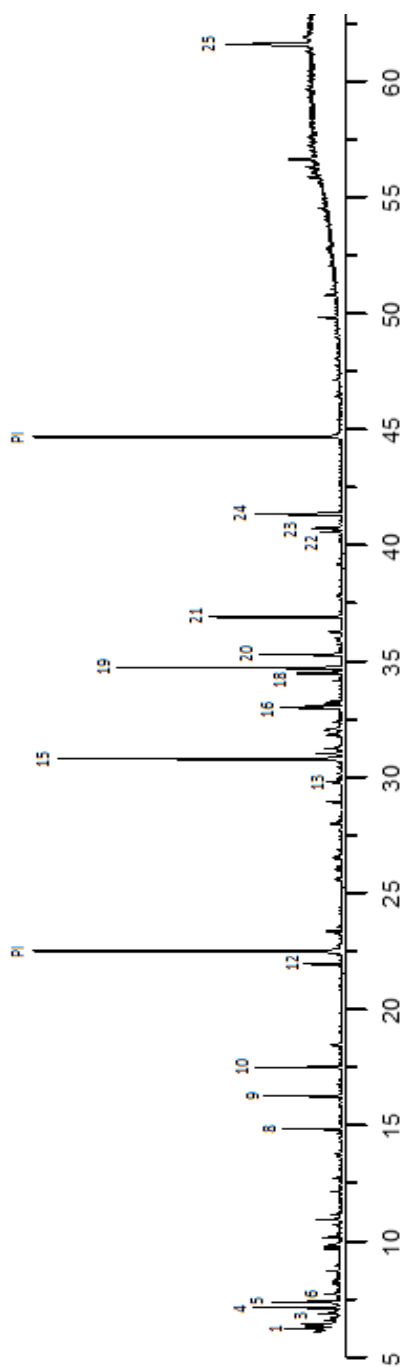


FIGURA 1 - Representação do cromatograma de íons totais do extrativo de madeira de eucalipto sem aplicação de glyphosate

TABELA 5  
 Área cromatográfica relativa dos constituintes químicos identificados nos extrativos de madeira de eucaliptos submetidos a 0, 360, 720, 1080 e 1440 de glyphosate (g ha<sup>-1</sup>).

Pico	Composto	TR	Massa em grama de glyphosate g ha <sup>-1</sup>				
			0	360	720	1080	1440
			Área Cromatográfica relativa (%)				
1	ni	6,21	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0
2	4-hidroxi-4-metilpentan-2-ona	6,59	0,0	0,0	1,3	1,3	2,3
3	3,3,5-trimetilciclohexanona	6,87	1,1	0,0	0,3	0,0	0,0
4	Ácido 2-hidroxipropanoico	7,14	4,3	1,0	1,1	3,9	1,4
5	ni	7,37	3,3	1,0	0,0	0,0	0,0
6	Ácido acético	7,73	0,6	0,2	0,2	0,5	0,3
7	ni	13,75	0,0	9,8	2,2	3,6	2,8
8	Glicerol	14,82	3,3	1,2	1,0	2,8	10,0
9	Ácido butanodioico	16,25	4,4	1,6	0,8	1,9	1,8
10	ni	17,49	5,5	2,2	1,4	2,4	1,6
11	Ácido adípico	18,44	0,0	2,4	16,2	26,5	19,4
12	Ácido 2-hidroxibutanodioico	21,95	2,0	0,7	0,4	0,0	0,4
13	Carboidrato - Frutose	30,79	17,7	24,4	16,2	9,9	7,7
14	Carboidrato – Isomero frutose	31,02	0,0	0,0	9,9	3,7	3,9
15	Carboidrato - Galactitol	32,96	2,5	12,1	7,4	4,3	2,8
16	Carboidrato - Manose	33,03	3,7	11,9	12,8	5,7	5,3
17	Carboidrato - Gulose	34,16	0,0	3,1	0,0	8,9	8,2
18	Carboidrato - Inositol	34,48	2,8	0,8	0,0	0,0	1,3
19	Ácido benzoico	34,72	13,7	4,9	9,5	6,4	10,7
20	Carboidrato - D-glicose	35,28	4,7	13,7	13,3	5,4	5,4
21	Ácido hexadecanoico	36,91	8,2	3,2	1,8	4,3	5,3
22	Ácido (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoico	40,59	1,3	0,0	0,0	0,0	0,6
23	Ácido (Z)-octadec-9,12-dienoico	40,73	2,0	0,6	0,0	1,1	1,3
24	Ácido octadecanoico	41,35	5,6	2,0	1,4	2,6	2,5
25	β-sitosterol	61,60	10,3	2,6	2,8	4,8	5,0

Os números referem-se aos picos do cromatograma da figura 1

NI: Não identificado.

TR – Tempo de retenção em minutos



Depois da aplicação de glyphosate, observou-se um crescimento na quantidade total de extrativos detectados por CG-EM (Tabela 5, Gráfico 5), com destaque para os ácidos graxos e carboidratos.

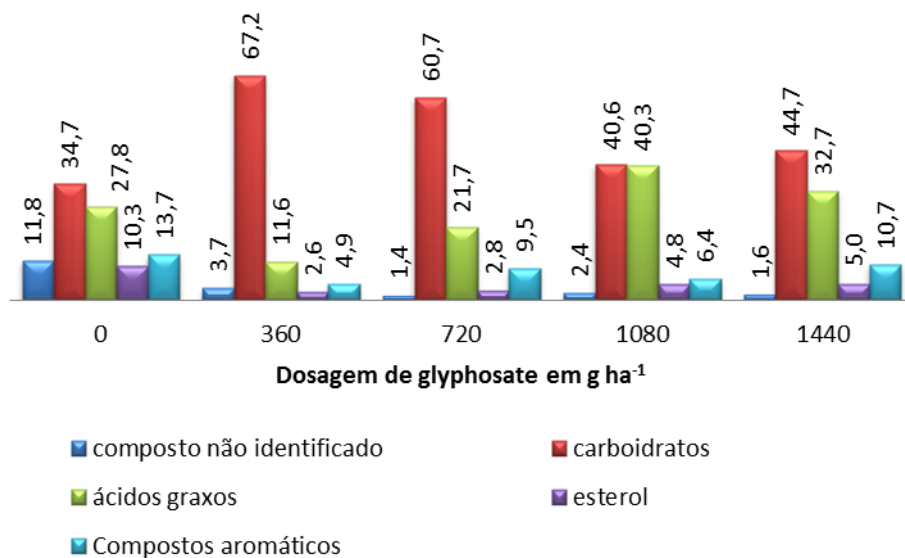


GRÁFICO 5 – Principais classes de compostos presentes nos extrativos de madeira de eucalipto submetidos a 0, 360, 720, 1080 e 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate.

Carboidratos representam a principal classe de componentes polares nos extrativos (antes e depois da aplicação de glyphosate), com destaque para a glicose e frutose presente em maior quantidade em todas as dosagens (Tabela 5). Outros carboidratos também identificados foram os galactitol, manose, gulose e inositol.

Ácidos graxos representam a principal classe de componentes apolares dos extrativos, com destaque para os ácidos hexadecanoico (ácido palmítico) e octadecanoico (ácido estearílico) presentes em maior quantidade em todas as dosagens de glyphosate (Tabela 5). Também foram identificados os ácidos (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoico e (Z)-octadec-9,12-dienoico em menores quantidades.

A classe de compostos aromáticos é representada por um único composto o ácido benzoico, presente nos extrativos em todas as dosagens

de glyphosate. Pode-se observar que o maior teor deste composto foi verificado no extrativo de madeira de eucalito antes da aplicação de glyphosate.

De forma semelhante, o  $\beta$ -sitosterol foi o único representante da classe dos esteróis, em todos os extrativos de madeira de eucalipto submetidos nas diferentes dosagens de glyphosate. Foi verificado que o maior teor deste composto foi encontrado no extrativo de madeira de eucalipto antes da aplicação de glyphosate.

#### 4 CONCLUSÕES

A aplicação de glyphosate para controle de broto-ladrão promove intoxicação no fuste principal independente da dose utilizada. O controle mecânico com foice e cavadeira e aplicação de glyphosate são eficientes no controle de brotações indesejadas do eucalipto em sistema de talhadia. O controle mecânico das brotações promoveu maior produtividade de madeira no povoamento.

A intoxicação das plantas de eucalipto pelo glyphosate não altera a densidade da madeira. Por outro lado, o aumento da dosagem de glyphosate promove aumento no teor de extrativos totais. Esse aumento é devido ao aumento do teor de carboidratos e ácidos graxos.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941: Madeira-Determinação da densidade**. Rio de Janeiro, RJ, 2003.

ABRAF Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico 2013 ano base 2012 / **ABRAF**. – Brasília: 2013. 148p.

ASSOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de controle de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. **Química da madeira**. Piracicaba, SP, ESALQ, 1985. 125p.

BERNAL, J.; BERNA, J. L.; MARTIN, M. T.; NOZAL, M. J.; ANADÓN, A.; MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M. R.; M. A. MARTÍNEZ, M. A. Development and validation of a liquid chromatography–fluorescence–mass spectrometry method to measure glyphosate and aminomethylphosphonic acid in rat plasma. **Journal of Chromatography B**, 2010, 878, 3290–3296.

FOELKEL, C.E.B.; MORA, E.; MENOCELLI, S. Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade na madeira de eucalipto para produção de celulose. **O Papel**, v.53, n.5, p. 35-40, 1992.

FRADINHO, D. M. Chemical characterization of bark and of alkaline bark extracts from maritime pine grown in Portugal. **Industrial Crops and Products**, v. 16, p. 23-32, 2002.

FRANZ, J. E.; MAO, M. K.; SIKORSKI, J. A. **Glyphosate: a unique global herbicide**. Washington: ACS monograph, 1997. 653p.

HERRMANN, W. A.; ELISON, M.; FISHER, J.; KOČHER, C.; ARTUS, G. R. J. *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* 1995, 34, 2371-2374.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G. Absorção, Translocação e Exsudação Radicular de glyphosate em Clones de Eucalipto. **Planta Daninha**, v. 27, p. 549-554, 2009.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação o teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.115-127, 2005.

PETTERSEN, R.C. The chemical composition of wood. In: ROWELL, R.(ed). **The chemistry of solid wood**. Washington, American Chemical Society, 1984. p.54-126.

Rudlie DL, Strom AR, Dandekar AM, Smith LT, Valentine RC. 1984. Molecular biology of osmoregulation. **Science** 224:1064-1068.

SALGADO, T. P. **Efeito do glyphosate no crescimento, produção e qualidade da madeira do eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*)**. Tese de Doutorado. UNESP – Jaboticabal. 2010. 77p.

SILVÉRIO, F. O. et al, 2006. Metodologia de extração e determinação do teor de extrativos em madeiras de eucalipto. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.1009-1016, 2006.

SILVÉRIO, F. O., BARBOSA, L. C. A., SILVESTRE, A. J. D., PILÓ-VELOSO, D., GOMIDE, J. L. Comparative study on the chemical composition of lipophilic fractions from three Wood tissues of Eucalyptus species by gas chromatography-mass spectrometry analysis, **Journal of Wood Science**, v. 53, p. 533–540, 2007.

TAPPI T 264 cm-97. **Preparation of wood for chemical analysis**. Atlanta: Tappi Press, 1997.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, Francisco Affonso; MACHADO, Aroldo Ferreira Lopes; FERREIRA, Lino Roberto; Sant'Anna-Santos, B. F.; **Glyphosate em eucalipto: formas de contato e efeito do herbicida sobre a cultura**. In: Lino Roberto Ferreira; Aroldo Ferreira Lopes Machado; Francisco Affonso Ferreira; Leonardo David Tuffi Santos. (Org.). Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura do Eucalipto. 1ed.Viçosa: Editora UFV, 2010, v. 1, p. 91-116.

TUFFI SANTOS, L. D; GRAÇA, R. N; ALFENAS, A. C; FERREIRA, F. A.; MELO, C. AD.; MACHADO, M. S. Glyphosate reduces urediniospore development and *Puccinia psidii* disease severity on *Eucalyptus grandis*. **Pest Management Science**, v. 67, p. 876-880, 2011.