

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA
CAMPUS RIO VERDE**

KARINE MEIRA DE ABREU

**MANEJO COM HERBICIDAS NA FASE DE
IMPLANTAÇÃO DO COMPONENTE ARBÓREO EM
SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL**

**RIO VERDE, GO
DEZEMBRO, 2019**

KARINE MEIRA DE ABREU

**MANEJO COM HERBICIDAS NA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO
COMPONENTE ARBÓREO EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação – *Stricto sensu* em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano– Campus Rio Verde - Área de concentração Produção Vegetal Sustentável no Cerrado, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Darliane de Castro Santos

**RIO VERDE, GO
DEZEMBRO, 2019**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

MK18m Meira de Abreu, Karine
MANEJO COM HERBICIDAS NA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO
COMPONENTE ARBÓREO EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL /
Karine Meira de Abreu; orientadora Darliane de
Castro Santos; co-orientadora Francine Neves Calil. -
- Rio Verde, 2020.
85 p.

Dissertação (em Pós Graduação em Ciências Agrárias)
-- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. Anadenathera colubrina. 2. Dypterix alata. 3.
Eucalyptus. 4. Glifosato. 5. Mesotriona. I. de
Castro Santos, Darliane , orient. II. Neves Calil,
Francine, co-orient. III. Título.

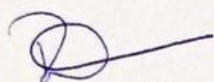
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA

MANEJO COM HERBICIDAS NA FASE DE
IMPLANTAÇÃO DO COMPONENTE ARBÓREO EM
SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL

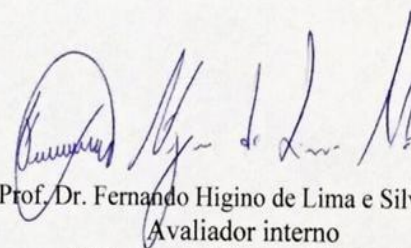
Autora: Karine Meira de Abreu
Orientadora: Dra. Darliane de Castro Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

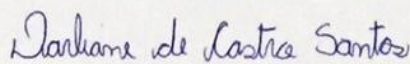
APROVADA em, 18 de dezembro de 2019.



Prof.^a. Dra. Renata Pereira Marques
Avaliadora externa
IF Goiano – Campus Rio Verde



Prof. Dr. Fernando Higino de Lima e Silva
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde



Prof.^a. Dra. Darliane de Castro Santos
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Durante esse período de dois anos, aprendi que uma dissertação é a extensão da vida de um autor, para que algo de valor seja produzido, a pessoa primeiramente deve criar algo de valor em si, pois pessoa e obra são consistentes com os resultados. Por isso agradeço profundamente a todas as pessoas que muito me encorajaram e ajudaram a produzir tal trabalho.

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me encaminhado até aqui e a ele devo todas as minhas conquistas. Agradeço imensamente meus pais Maria Tereza Meira de Abreu e Clemente Abreu de Sá, as primeiras pessoas que me ensinaram o valor da educação na vida de uma pessoa, e que sempre me incentivaram a cada etapa da minha vida, assim como na acadêmica a seguir em frente e a não desistir nunca. À minha irmã Camila Meira de Abreu a quem sempre foi uma inspiração para mim em dedicação e esforços pelos estudos e aos sonhos desejados.

Meus respeitosos agradecimentos a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Darliane de Castro Santos, que nunca mediu esforços para que esse trabalho saísse do papel, obrigada pelo encorajamento em desenvolver esse trabalho que foi um desafio para nós duas, agradeço pelos seus ensinamentos e exemplo de dedicação, trabalho e amor pelo seu ofício.

Manifesto aqui a minha gratidão a todos os professores, funcionários e amigos do programa de Pós-Graduação em Ciência Agrárias – Agronomia do IF Goiano Campus Rio Verde, assim como aos meus professores de graduação que sempre me incentivaram a fazer o Mestrado, principalmente a Prof.^a Dr.^a Francine Calil e ao João Paulo Pennacchi, que são coorientadores deste trabalho. Agradeço em especial a todos os meus amigos pelo apoio e carinho, principalmente a Janyne Moura dos Santos, por toda a ajuda, apoio a continuar e por me encorajar a enfrentar novos desafios.

Meu muito obrigado também a minha equipe de estudos as alunas Arlini Rodrigues, Jaqueline Balbino e Stéfany Oliveira de Souza, que estiveram presentes nos momentos árduos de todos os nossos trabalhos, agradeço muito ao apoio e a amizade. Não deixo de agradecer também o imprescindível apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa concedida para a condução do mestrado e ao programa de Pós-graduação em Ciência Agrárias-Agronomia.

Por fim, agradeço em especial aqueles que sempre me apoiaram incondicionalmente, que apostaram em mim e que seguramente são os que mais compartilharam da minha alegria: minha amada família.

BIOGRAFIA DO ALUNO

Karine Meira de Abreu, natural do município de Goiânia-Goiás, filha de Maria Tereza Meira de Abreu e Clemente Abreu de Sá. Formada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Goiás no campus de Goiânia. Durante sua graduação foi monitora remunerada em Ecologia Geral, estudante voluntária PIVIC, onde também desenvolveu projetos de pesquisa intitulados como: Comunidade de Ácaros (Ácaros, Aracnídeos) em *Astronium Fraxinifolium* (Anacardiaceae) de Remanescentes do Cerrado preservado e em estado de regeneração secundária; O papel dos remanescentes de vegetação natural nos serviços ecossistêmicos em lavouras de soja no Cerrado.

Estagiou na OSCIP Aliança da Terra como analista ambiental.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
CAPÍTULO I	xi
CAPÍTULO II	xii
ÍNDICE DE TABELAS	xiv
CAPÍTULO I	xiv
CAPÍTULO II	xiv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 Sistema Agrossilvipastoril	3
3.2 Espécies florestais em sistemas de produção integrado	5
3.3 Herbicidas	7
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO I	14
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Caracterização da área experimental	17
2.2. Tratamentos e delineamento experimental	18
2.3. Obtenção e análise de variáveis	19
3. RESULTADOS	21
3.1. Massa seca aérea	21
3.2. Peso da massa seca radicular	24
3.3. Altura de plantas	26
3.4. Comprimento da parte radicular	27
3.5. Fitotoxicidade	29
3.6. Avaliações fisiológicas	39
4. DISCUSSÃO	47
5. CONCLUSÃO	51

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
CAPÍTULO II.....	55
1. INTRODUÇÃO.....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.1 Caracterização da área experimental	58
2.2 Espécies utilizadas.....	59
2.3 Tratamentos e delineamento experimental	60
3. Resultados e Discussão	62
3.1 Dados dendrométricos	62
3.2 Fitotoxicidade	64
4. CONCLUSÃO.....	67
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

RESUMO

ABREU, K M. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, dezembro de 2019 . **Manejo com herbicidas na fase de implantação do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril.** Orientadora: Darliane de Castro Santos; Coorientadores: Francine de Neves Calil; João Paulo Pennacchi.

Alternativa atual para uma agricultura menos danosa ao meio ambiente e que ao mesmo tempo aporte um ganho econômico, são os sistemas integrados de produção agropecuária ou sistemas agrossilvipastoris. No entanto, ainda existe um gargalo no manejo desses sistemas no que diz respeito à implantação das mudas arbóreas e o manejo de herbicidas nas culturas agrícolas cultivadas nos espaçamentos entre renques. O presente estudo teve como objetivo avaliar a seletividade das espécies arbóreas Baru (*Dypterix alata* (Vogel)), Angico (*Anadenanthera colubrina* (Vel)), Eucalipto144-Urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*) e VM01-Urocam (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*) as diferentes doses dos herbicidas glifosato e mesotriona em casa de vegetação visando a implantação em sistema agrossilvipastoril. No segundo estudo, o objetivo foi avaliar o desenvolvimento inicial de duas espécies arbóreas nativas sendo o Baru (*Dypterix alata*) e o Angico (*Anadenanthera colubrina*) e de um clone de Eucalipto144-Urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*) em sistema agrossilvipastoril sob aplicação dos herbicidas nas culturas de milho e soja implantadas nos espaçamentos entre renques. O experimento de casa de vegetação foi conduzido no Instituto Federal Goiano no município de Rio Verde com a aplicação de diferentes dosagens de herbicidas e realizando análises de intoxicação, fisiológicas e dendrométricas. O trabalho em campo foi conduzido na Fazenda Escola do Instituto Federal Goiano no município de Iporá, onde foi avaliado o estabelecimento inicial das mudas e analisado sua tolerância ao efeito de deriva dos herbicidas em campo com a realização de análises de intoxicação e dendrométricas, e para as análise de dados foi utilizado o software R versão 3.6.1. Diante do trabalho de casa de vegetação foi possível observar seletividade do herbicida mesotriona nas plantas de Angico, Baru e os Eucaliptos Urograndis e Urocam em todas as doses utilizadas, porém para o glifosato as mudas apresentaram sensibilidade, exceto o Baru. No trabalho de campo o efeito de deriva dos herbicidas não foi verificado nas espécies arbóreas, com a utilização de bicos de pulverização que formam gotas grossas durante a aplicação dos herbicidas.

Palavras-chave: *Anadenathera colubrina*. *Dypterix alata*. Eucalipto. Fisiologia. Glifosato. Mesotriona.

ABSTRACT

ABREU, K M. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, dezembro de 2019 . **Herbicides effect on tree component implantation phase in an agrosilvopastoral system.** Advisor: Darliane do Castro Santos. Co advisors: Francine Neves Calil and João Paulo Pennacchi

Current alternative for less agriculture environmentally impacts and at the same time providing an economic gain, are the agricultural production or agrosilvipastoral integrated systems. However, there is a gap in the management of these systems about the tree seedlings implantation and the herbicides management in alley cropping. The first study aimed to evaluate the selectivity of Baru (*Dypterix alata*), Angico (*Anadenathera colubrina*), Eucalyptus144-Urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*) and VM01-Urocam (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*) tree species to different herbicide doses in a greenhouse in order to implement an agrosilvipastoral system. In the second study, the objective was to evaluate the initial development of two native tree species: Baru (*Dypterix alata*), Angico (*Anadenathera colubrina*) and Eucalyptus-14-Urograndis clone (*E. urophylla* x *E. grandis*) in agrosilvipastoral system under herbicide application in corn and soybean crops implanted in the inter-row spacing. The greenhouse experiment was carried out at the Federal Goiano Institute in Rio Verde with different herbicide doses evaluating intoxication, physiological and dendrometric analyzes. The field work was carried out at the School Farm of the Federal Goiano Institute in Iporá, where the initial establishment of the seedlings was evaluated as well as their tolerance to the drift effect of herbicides in field. Given the greenhouse work, it was possible to observe selectivity of Angico, Baru and Eucalyptus Urograndis and Urocam plants with mesotrione herbicide at all doses used, but for glyphosate the seedlings showed sensitivity, except for Baru. In the field work the herbicide drift effect was not verified in the tree species due to an adequate management that was performed.

Keywords *Anadenathera colubrina*. *Dypterix alata*. Eucalyptus. Glyphosate. Mesotrione. Physiology.

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 - Localização do município de Rio Verde – GO..... 18
- Figura 2. Médias dos pesos de matéria seca da parte aérea (g) das espécies arbóreas A-Angico; B-Baru; C – Eucalipto Urograndis; D – Eucalipto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4-mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5- mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹23
- Figura 3. Médias dos pesos de matéria seca radicular (g) das espécies arbóreas arbóreas A-Angico; B-Baru; C – Eucalipto Urograndis; D – Eucalipto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4- mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5- mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹25
- Figura 4. Médias de altura da parte aérea (cm) das espécies arbóreas arbóreas A-Angico; B-Baru; C – Eucalipto Urograndis; D – Eucalipto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4-mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5- mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹27
- Figura 5. Médias dos comprimentos radiculares (cm) das espécies arbóreas arbóreas A-Angico; B-Baru; C – Eucalipto Urograndis; D – Eucalipto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4-mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5- mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹).....29
- Figura 6. Doses do herbicida mesotriona nas mudas de Angico aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹ ; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹ ; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹ ; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹ ; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹)31

Figura 7 Doses do herbicida glifosato nas mudas de Angico aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 480 g e.a./ha⁻¹; C – dose 960 g e.a./ha⁻¹; D – dose 1440 g e.a./ha⁻¹; E – dose 1920 g e.a./ha⁻¹; F – dose 2400 g e.a./ha⁻¹).....31

Figura 8. Doses de mesotriona no Baru aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹).....33

Figura 9 Doses de glifosato no Baru aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 480 g e.a./ha⁻¹; C – dose 960 g e.a./ha⁻¹; D – dose 1440 g e.a./ha⁻¹; E – dose 1920 g e.a./ha⁻¹; F – dose 2400 g e.a./ha⁻¹).....34

Figura 10. Doses de mesotriona no Eucalipto Urograndis aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹).....35

Figura 11. Doses de glifosato no Eucalipto Urograndis aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 480 g e.a./ha⁻¹; C – dose 960 g e.a./ha⁻¹; D – dose 1440 g e.a./ha⁻¹; E – dose 1920 g e.a./ha⁻¹; F – dose 2400 g e.a./ha⁻¹).....36

Figura 12. Doses de mesotriona Eucalipto Urocam aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹).....38

Figura 13. Doses de glifosato Eucalipto Urocam aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 480 g e.a./ha⁻¹; C – dose 960 g e.a./ha⁻¹; D – dose 1440 g e.a./ha⁻¹; E – dose 1920 g e.a./ha⁻¹; F – dose 2400 g e.a./ha⁻¹).....39

CAPÍTULO II

Figura 1. Croqui esquemático da distribuição das parcelas no experimento em campo.....61

Figura 2. Médias de altura das plantas de (A- *Anadenathera colubrina* (Angico), B- *Dypterix alata* Vogé (Baru) C-Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*)), nos tratamentos com glifosato e mesotriona.....62

Figura 3. Médias de diâmetro das plantas de (A- *Anadenathera colubrina* (Angico), B- *Dypterix alata* (Baru) C-Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*)), nos tratamentos com glifosato e mesotriona.....63

Figura 4. Análise visual de fitotoxicação das mudas de A-(Angico); B-*Dypterix alata* Vogé (Baru); C-Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*); com a aplicação dos herbicidas glifosato (3 l/ha) e mesotriona (0,3-0,4 l/ha), nos períodos de 7º, 14º, 21º, 28º (04/12, 11/12, 18/12, 25/12 respectivamente após a aplicação.....66

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Características químicas do solo antes da instalação do experimento.	19
Tabela 2 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de <i>Anadenathera colubrina</i> (Angico) nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da dose e da época de avaliação.....	30
Tabela 3 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de <i>Dypterix alata</i> (Baru) nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da dose e da época de avaliação.....	32
Tabela 4 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de <i>Urograndis</i> nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da dose e da época de avaliação.....	34
Tabela 5 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de Eucalipto Urocam nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da dose e da época de avaliação.....	36
Tabela 6. Correlação de parâmetros fisiológicos das plantas de Angico, Baru, <i>Urograndis</i> e Urocam (Ant; DIo/RC; Flav; PhiDo; PSIo; PHIEo; Chl; Fv/Fm;Fv/Fo; PhiPo; PIABS; PHIPAv) nas épocas de avaliações (1) 22/02/2019; (2) 23/02/2019; (3) 28/02/2019; (4) 07/03/2019; (5) 14/03/2019. Relacionados com peso da parte aérea (P.A.); peso da parte radicular (P.R.); Altura da parte aérea (C.A.); Comprimento da parte radicular (C.R.). Para o herbicida mesotriona.....	40
Tabela 7. Correlação de parâmetros fisiológicos das plantas de Angico, Baru, <i>Urograndis</i> e Urocam (Ant; DIo/RC; Flav; PhiDo; PSIo; PHIEo; Chl; Fv/Fm;Fv/Fo; PhiPo; PIABS; PHIPAv) nas épocas de avaliações (1) 22/02/2019; (2) 23/02/2019; (3) 28/02/2019; (4) 07/03/2019; (5) 14/03/2019. Relacionados com peso da parte aérea (P.A.); peso da parte radicular (P.R.); Altura da parte aérea (C.A.); Comprimento da parte radicular (C.R.). Para o herbicida glifosato.....	45

CAPÍTULO II

Tabela 1 Características químicas do solo antes da instalação do experimento.	59
Tabela 2 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de <i>Anadenathera colubrina</i> (Angico), <i>Dypterix alata</i> (Baru) <i>Urograndis</i> -i144 (<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>), nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da época de avaliação.....	65

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

Ant	Antocianina
Chl	Clorofila da fluorescência
Cl a	Clorofila A
Cl b	Clorofila B
CO ₂	Dióxido de carbono
DAA	Dias após a aplicação de herbicida
DIC	Delineamento Inteiramente ao Acaso
DIo/RC	Fluxo específico de dissipação da energia
EWRC	European Weed Research Council;
EPSPS	Composto químico (5-enolpyruvyl-shikimate-3phosphate synthase)
Fv/Fo	Rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica
FSI	Fotossistema 1
FSII	Fotossistema 2
Fv/Fm	Rendimento quântico máximo potencial do FS II.
Flav	Flavonoides
HPPD	Composto químico (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase)
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
ICF	Índice de clorofila Falker
i114	Espécie híbrida de Eucalipto <i>urophylla</i> x Eucalipto <i>camaldulensis</i> ;
JDF	Bico de pulverização de indução com jato leque simples
NBI	Índice de balanço de nitrogênio
N-P-K	Nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio
OJIP	Fluorescência transiente
PhiDo	Rendimento quântico da dissipação de energia na forma de calor.
PSIo	Rendimento quântico.
PHIEo	Rendimento quântico do transporte de elétrons.
PhiPo	Rendimento quântico máximo de fotoquímica primária
PIABS	Índice de desempenho fotossintético.
PHIPAv	Rendimento quântico médio de fotoquímica primária.
VM01	Espécie híbrida de Eucalipto <i>urophylla</i> x Eucalipto <i>grandis</i> ;

1. INTRODUÇÃO GERAL

O aumento populacional mundial vem exigindo conseqüentemente aumento na produção de alimentos, e consideráveis esforços dos pesquisadores de forma que definam técnicas para melhorar a qualidade dos produtos, para que se tenha rendimentos econômicos elevados de forma sustentável (Santos *et al.* 2014; Gil; et al. 2015). Poucos países têm demonstrado crescimento tão elevado no agronegócio quanto o Brasil, nesses últimos anos. As projeções feitas pelo Ministério de Agricultura no setor agrícola em 2010 para o ano de 2020 era uma produção de 233 milhões de toneladas de grãos valor esse atingido em 2017 demonstrando a elevada produção agrícola apresentada pelo país nas últimas décadas (Gasques, *et al.* 2017; Mapa, 2017).

Contudo as atividades de manejo convencionais extensivas do solo e as práticas de desmatamentos para a exploração de novas áreas têm provocado muitos impactos relevantes ao meio ambiente, como erosões, compactação dos solos, assoreamento de aquíferos, escoamento de agroquímicos em aquíferos e contaminação dos solos, alterações de microclima, entre outros problemas, que têm provocado sérios prejuízos, principalmente aumento da emissão de gases do efeito estufa (Gasques *et al.*, 2017). Diante dessa realidade, as atividades produtivas vêm sofrendo pressões para que sejam adotados sistemas de produção sustentáveis e alternativa eficiente para tais problemas são os sistemas integrados de produção agropecuária ou sistemas agrossilvipastoris (Santos *et al.* 2014., Macedo *et al.*, 2009; Vilela *et al.*, 2011).

O sistema agrossilvipastoril ou como também é chamado sistema de integração lavoura pecuária e floresta (ILPF) é caracterizado como um consórcio ou sucessão de elementos agrícolas, pecuários e florestais. Essa diversificação garante um sistema de produção mais sustentável, com otimização dos recursos e intensificação do uso da terra, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agrossistema (Epamig, 2010; Embrapa, 2018).

Dentro dos sistemas integrados as árvores geralmente são plantadas em espaçamentos maiores do que nas plantações florestais, o que reduz o número de plantas por hectare, permitindo o cultivo de outras culturas agrícolas, forrageiras e o estabelecimento de animais entre as linhas de plantio (entre renques). Entre os principais critérios para seleção de espécies arbóreas e espaçamentos nesses sistemas está a ausência de efeitos negativos no desenvolvimento de outras culturas. Os efeitos desse componente

podem ser contrastantes, por exemplo, por um lado, o sombreamento pode oferecer maior conforto aos animais (Karvatte *et al.*, 2016) e, por outro lado, pode dificultar o desenvolvimento das pastagens (Crestani *et al.*, 2017).

Contudo antes de qualquer implantação de um sistema de produção agrícola é necessário pesquisar a melhor forma de manejo da espécie que será trabalhada. Um gargalo que ainda não foi preenchido em sistemas integrados é a tolerância das mudas arbóreas ao efeito de deriva de herbicidas que são aplicados nas espécies agrícolas e como isso pode afetar no desenvolvimento inicial das árvores (Karvatte *et al.*, 2016).

De acordo com estudos as perdas anuais causadas pela ocorrência de plantas daninhas em vários habitats agrícolas e de reflorestamentos, estão na ordem de milhões de dólares (Ferreira *et al.*, 2005). Dentre os métodos que podem ser empregados para o controle de plantas daninhas, é o controle químico que vem sendo utilizado em maior escala por apresentar resultados de forma rápida, porém alguns critérios devem ser verificados quanto a sua utilização, tais como a escolha do produto, a necessidade de mão de obra especializada para realizar a operação de aplicação e ainda os risco de contaminação do ambiente (Ferreira *et al.*, 2005).

O controle químico de plantas daninhas é um componente importante da agricultura moderna, o desenvolvimento de novos herbicidas tem sido estimulado pelas grandes culturas, como trigo, arroz e soja, ou por aquelas de alto valor de mercado, como frutíferas e hortaliças. Apesar do método químico ser um dos mais utilizados para o controle de plantas daninhas ainda é bastante incipiente o conhecimento sobre os efeitos do controle químico em sistemas agrossilvipastoris, principalmente a influência que os herbicidas podem ter sobre as espécies florestais na fase inicial de implantação das mudas (Ferreira *et al.*, 2005).

Por muitas vezes, os produtores perdem vários dias do período chuvoso aguardando a última aplicação de herbicida na cultura agrícola para depois plantar as mudas de árvores. Essa decisão, pode ter interferências no desenvolvimento das mudas, principalmente em regiões onde o período chuvoso é curto. Além do mais, os herbicidas registrados para controle de plantas daninhas em áreas de cultivos florestais têm seu uso dificultado por sua ação não seletiva as arbóreas (AGROFIT, 2014; Mapa, 2019). Para o eucalipto, por exemplo, estão registrados: Carfentrazona, flumioxazina, oxifluorfem, sulfentrazona, clorimurom, imazapir, isoxaflutole, clomazona, glifosato, glufosinato, pendimentalina, picloram e 2,4-D (AGROFIT, 2014; Mapa, 2019).

Diante disso, estudos sobre as características silviculturais das espécies arbóreas, tanto em suas necessidades quanto nas suas exigências, são importantes para que se tenha um adequado estabelecimento em sistemas agrossilvipastoris. As espécies florestais selecionadas devem simultaneamente cumprir o objetivo do plantio e as exigências ecológicas regionais para o bom estabelecimento da planta e com isso garantir retornos econômicos e ambientais satisfatórios (Melotto *et al.*, 2009).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em um sistema agrossilvipastoril sob aplicação de herbicidas nas culturas implantadas nos espaçamentos entre renques. Além do mais, objetivou-se avaliar a seletividade dos herbicidas para as espécies arbóreas em casa de vegetação.

2.2 Específicos

i) Avaliar o estabelecimento de espécies arbóreas nativas e exóticas escolhidas em um sistema agrossilvipastoril, verificando o comportamento inicial, através de medições dendrométricas de cada espécie;

ii) Analisar o comportamento das mudas das arbóreas diante das diferentes dosagens de herbicidas em casa de vegetação, verificando a seletividade dos herbicidas para cada espécie por meio de avaliações dendrométricas e fisiológicas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistema Agrossilvipastoril

A atividade agrícola moderna passou a se caracterizar por sistemas simples e padronizados de monocultura. Isto se deve ao aumento de demanda por alimentos a ser suprida por esta evolução tecnológica de produção. Contudo esse modelo de produção agropecuário que predomina nas propriedades rurais vem mostrando sinais de saturação, devido a elevada demanda por energia e alimento aliado às exigências ambientais (Freitas *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013). Como exemplo está o manejo inadequado dos rebanhos que

demonstra a baixa sustentabilidade da pecuária atual, que está entre as principais causas de degradação de áreas de pastagens das diferentes regiões brasileiras (Balbino *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2014)

Diante desses entraves, tem-se a necessidade por alternativas de produção agropecuária mais equilibradas e sustentáveis, baseadas em tecnologias não agressivas ao meio ambiente. Assim, houve direcionamento tecnológico aos sistemas integrados de produção, consorciando plantios de árvores, criação de animais e agricultura em uma mesma área (Santos *et al.*, 2014; Calil *et al.*, 2016).

Atualmente o Brasil conta com mais de 11.468.124 de hectares com sistemas integrados de produção agropecuária, e esses números devem avançar dos quase 12 milhões de hectares para a faixa dos 15 milhões em mais dois anos, até 2020 (Embrapa, 2018). Os sistemas integrados existentes no país estão divididos em: agropastoril, silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril. Destas áreas, de acordo com pesquisas, 83% são ocupadas pela integração agropastoril, 9% por agrossilvipastoril, 7% por silvipastoril e 1% por silviagrícola (Embrapa, 2018).

Dentre as modalidades de sistemas integrados o sistema agrossilvipastoril, tornou-se excelente alternativa de renda e uma adequada prática ambiental, por reabilitar áreas de produção agrícola degradada e ainda gerar um retorno econômico ao produtor rural, podendo ser um diferencial competitivo ao agronegócio brasileiro, mesmo ainda existindo resistência de sua implantação pelos produtores rurais devido ao retorno econômico de longo prazo das espécies florestais (Gil, *et al.* 2014; Santos *et al.*, 2014; Calil *et al.*, 2016).

A diversificação apresentada por esses sistemas garante um meio de produção mais equilibrado, com otimização dos recursos, intensificação do uso da terra, bem-estar animal, complementaridade e sinergia entre os componentes bióticos, de forma que os meios de produção disponíveis possam ser utilizados de maneira mais eficiente dentre outros benefícios. O sistema agrossilvipastoril vem como alternativa promissora para aumentar a produção de alimentos e simultaneamente recuperação das áreas em estado de degradação. (Alvarenga & Noce, 2005; Epamig, 2010; Embrapa, 2018).

Conforme Souza *et al.*, (2007) em seus estudos com aspectos econômicos dos sistemas agrossilvipastoris consideraram que, o sistema permite reduzir os custos de plantio das árvores, além das mesmas prepararem o solo para a introdução das forrageiras melhoradas (braquiárias, tanzânia e mombaça), que formarão o sistema silvipastoril com as arbóreas nas fases posteriores trazendo sinergismos entre os componentes principalmente

na ciclagem de nutrientes, diminuindo os custos com fertilizantes (Oliveira *et al.*, 2009; Freitas *et al.*, 2009)

3.2 Espécies florestais em sistemas de produção integrado

Os componentes arbóreos em sistemas agrossilvipastoris podem contribuir para a melhoria local das condições de cultivo e desenvolvimento de outras espécies, o que influencia na produtividade do sistema (Yang *et al.*, 2009) e pode aumentar a rentabilidade do empreendimento consorciado, em comparação aos monocultivos, assim como podem promover maior retenção de água em subsuperfície, no solo (Wang *et al.*, 2011), e aumento no potencial de sequestro de carbono (Albrecht & Kandji, 2003). No entanto para a obtenção de tais benefícios, é necessário que as árvores não tenham competição de forma excessiva com a cultura agrícola (Wang *et al.*, 2011)

Para a escolha das espécies arbóreas para implantação em cultivo consorciado em sistema agrossilvipastoril, deve-se considerar sua eficiência no uso da água, já que árvores com essa característica são menos competitivas com o cultivo. Outro aspecto importante é a profundidade de alcance do sistema radicular, pois se ele for profundo, há possibilidade de absorção de água e nutrientes em locais onde os cultivos agrícolas não alcançam. (Wang *et al.*, 2011). No entanto o sistema agrossilvipastoril pode influenciar de forma positiva ou negativa nos cultivos agrícolas, dependendo das características morfológicas e fisiológicas das espécies associadas. Segundo Bertomeu (2012) a queda de 19 a 66% na produção de biomassa aérea e no rendimento dos grãos do milho em sistema agroflorestal, pode ser influenciado de acordo com o espaçamento das árvores no sistema.

O Brasil nas últimas décadas se tornou líder mundial em produtividade de madeira, por sua sustentabilidade, competitividade e inovação (Castro *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2018). Esse setor no Brasil apresenta a maior produtividade de volume de madeira produzida por área do mundo e a menor rotação de plantios, resultados vindos tanto das condições de clima e solo do país, quanto de investimentos no setor (Castro *et al.*, 2019; IBÁ, 2017). As espécies arbóreas nos sistemas de produção integrados vêm contribuindo com inúmeros fatores, desde a reabilitação de áreas degradadas, melhoria da fertilidade do solo e geração de alternativas de renda para o produtor rural, sejam elas espécies nativas ou exóticas. (Souza *et al.*, 2013; Minogue *et al.*, 2018).

Diante disso a espécie florestal mais utilizada em sistemas integrados é o Eucalipto, pertencente à família Myrtaceae, o gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália e de outras ilhas da Oceania e possui mais de 700 espécies. A escolha do gênero de *Eucalyptus* para fins comerciais vem pela sua alta capacidade produtiva, alto rendimento, adaptabilidade a diversos ambientes, avanço na área da genética e a sua grande diversidade de espécies, tornando possível atender aos requisitos tecnológicos dos mais diferentes segmentos da produção industrial (Silva *et al.*, 2018).

Dentre as espécies florestais nativas com elevada tendência ao sucesso em sistemas integrados está a *Dypterix alata* Vog., popularmente conhecida como Baru da família Fabaceae original no Bioma Cerrado. Essa espécie possui rápido crescimento e com alta qualidade e resistência da sua madeira, sendo ideal para empresas de reflorestamento além de possuir frutos com elevados poder nutritivo tanto para consumo humano como animal (Sano *et al.*, 2004). Outra espécie nativa bastante interessante para o sistema de produção integrado é o Angico (*Anadenathera colubrina*), pertence à família Fabaceae, possui madeira própria para construção civil, produção de celulose e lenha. Além de poder utilizar sua casca para fins medicinais. (Dias *et al.*, 2012; IBF, 2017).

A implantação das espécies arbóreas em um sistema integrado envolve diversos aspectos que devem ser elucidados e que passam a contribuir para melhorar a eficiência do seu desenvolvimento, e a difusão de utilização dessa tecnologia pelos produtores rurais. Estudos nessa área ainda são bastante incipientes, tanto para espécies que possuem um número considerável de pesquisas sobre o seu manejo, a exemplo do eucalipto, como para espécies nativas (Kichel *et al.*, 2014; Franca *et al.*, 2017).

Diante disso, perdas são verificadas por manejos inadequados que são realizados nesses sistemas e um dos gargalos encontrados nos sistemas integrados pelos produtores, é no atraso da implantação das espécies arbóreas levando a perda do período chuvoso, pelo receio dos produtores em implantarem as mudas juntamente com espécies agrícolas, e as mesmas serem prejudicadas pela aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas. Em regiões com baixa precipitação e/ou onde a precipitação diminui a sua intensidade logo nos primeiros meses do ano o atraso na implantação das espécies arbóreas pode significar o insucesso da implantação do componente florestal (Lopes *et al.*, 2010; Felipe *et al.*, 2016).

3.3 Herbicidas

O grande avanço tecnológico na agricultura proporcionou elevadas produtividades das culturas agrícolas, como exemplo, no manejo de plantas daninhas, que é executado basicamente com a utilização de herbicidas, especialmente em grandes áreas. Isto se deve à incorporação de grandes áreas para o cultivo e alto custo da mão de obra no meio rural. Atualmente a grande maioria dos herbicidas utilizados não são encontrados na natureza, mas são moléculas orgânicas obtidas por rotas sintéticas (Oliveira *et al.*, 2011).

Herbicidas são compostos químicos utilizados na agricultura para controlar o desenvolvimento de plantas daninhas. Essas plantas são eliminadas geralmente quando disputam certos recursos com as plantas de interesse, como por exemplo, por espaço, água, sais minerais, dentre outros. Os herbicidas podem ser classificados por mecanismo de ação (inibidores de proteínas, enzimas ou qualquer fase bioquímica atingida primeiramente pela utilização do herbicida), modalidade de aplicação (aplicados diretamente no solo, pré-emergência e pós-emergência), grupo químico, translocação (sistêmicos e de contato) e tipos de plantas controladas (Velini *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2005).

Os herbicidas também podem ser classificados como seletivos ou não seletivos. Herbicidas seletivos eliminam somente as plantas daninhas, sem causar dano à cultura de interesse. No entanto, os herbicidas não seletivos afetam toda a vegetação presente na área. Uma planta é considerada sensível quando um herbicida altera o seu crescimento e o seu desenvolvimento. Neste caso, pode ocorrer a morte da planta quando exposta a uma determinada dose de um herbicida (Galli *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2011).

Pesquisas vem buscando novas estratégias para a descoberta de produtos seletivos com maior eficiência e que tragam menor risco de danos ambientais. Ao descobrirem moléculas, artificiais ou naturais, com atividade herbicida, pesquisadores trabalham em sua estrutura básica, fazendo substituições nos grupos funcionais, para aumentar a atividade do princípio ativo sobre as plantas. Por isto, é comum encontrar vários herbicidas com estrutura básica semelhante (Peixoto *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2011).

Apesar da grande semelhança estrutural entre os componentes de um mesmo grupo químico e modo de ação, a seletividade para as plantas é bastante variável, e cada herbicida, em virtude dos átomos que o compõem, o número e a maneira como eles são arranjados na estrutura química, possui uma série específica de propriedade físico-química (Peixoto *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2011)

Dentre os herbicidas mais utilizados na cultura do milho e da soja nas principais regiões agrícolas do estado de Goiás há o Mesotriona e o Glifosato. O mesotriona (2-(4-mesy-2-nitrobenzoyl)cyclohexane-1,3-dione) um dos herbicidas registrados para a cultura do milho, pertencente ao grupo químico das tricetonas, é classificado como herbicida seletivo com aplicação em pós-emergência, para o controle de folhas largas anuais e gramíneas na cultura do milho, esse herbicida atua sobre as plantas daninhas inibindo a biossíntese de carotenoides através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos (Mapa, 2004; Rodrigues & Almeida, 2005; Silvera *et al.*, 2012)

O mesotriona é naturalmente seletivo à cultura do milho e fornece uma adição útil e flexível aos produtos disponíveis, pois permite bom controle de algumas das principais ervas daninhas (Mapa, 2004; Johnson *et al.*, 2002). Também pode ser usado de maneira flexível em termos de taxa e tempo (pré-emergência e pós-emergência) e agrega diversidade aos modos de ação usados no campo (Mapa, 2004; Johnson *et al.*, 2002). Consequentemente, é utilizado em uma variedade de misturas para completar o espectro de plantas daninhas (Mapa, 2004; Johnson *et al.*, 2002)

A obtenção do mesotriona é realizada através do isolamento de um aleloquímico (leptospermone) secretado pela planta da espécie *Callistemon citrinus* (Syngenta, 2001). Os aleloquímicos são compostos químicos secretados por um determinado organismo, capazes de inibir ou estimular seu desenvolvimento ou crescimento de outros componentes do ambiente. Estes compostos podem ser encontrados nas sementes, folhas, caules e raízes das plantas em quantidades variáveis (Peixoto, 1999; Mapa, 2004; Carvalho *et al.*, 2010).

Já o glifosato (N-fosfometil glicina) é um herbicida com amplo uso no Brasil sendo um herbicida pós-emergente, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não seletivo e de ação sistêmica. Apresenta largo espectro de ação, possibilitando excelente controle de plantas daninhas anuais ou perenes, tanto de folhas largas como estreitas. O Glifosato inibe a enzima EPSPS (5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase) da via metabólica do ácido chiquímico, impedindo a síntese de determinados aminoácidos essenciais ao crescimento das plantas (Galli, *et al.*, 2005).

Com a introdução do herbicida glifosato no Brasil nos anos 1970, impulsionou o manejo químico de plantas daninhas no sistema de semeadura direta, pois possibilitou a dessecação de grande número de espécies daninhas, especialmente daquelas de ciclo anual em estádios de desenvolvimento mais avançados e de espécies perenes. O glifosato é um herbicida sistêmico de ação total, facilmente translocável, motivo pelo qual provoca a

morte do sistema radicular e de estruturas reprodutivas de plantas perenes, como rizomas, bulbos e tubérculos (Galli *et al.*, 2005; Velini *et al.*, 2009).

A absorção desse herbicida ocorre principalmente pela parte aérea da planta, já que, quando aplicados ao solo, são fortemente adsorvidos. Uma das maiores barreiras para a absorção de herbicidas pelas plantas é a camada cuticular sobre a superfície das folhas. Alguns fatores são importantes nos processos de absorção e translocação dos herbicidas com a utilização de adjuvantes e as condições climáticas. O glifosato é absorvido moderadamente pela cutícula, necessitando em média de 6 horas sem chuvas após a aplicação para haver controle adequado de plantas sensíveis. (Galli, *et al.*, 2005; Velini *et al.*, 2009; Moraes *et al.*, 2010; Kruse *et al.*, 2000)

O uso do glifosato permite a semeadura de culturas imediatamente após a aplicação, em função de sua rápida e forte adsorção ao solo. A decomposição microbiana é rápida e as perdas por volatilização são insignificantes. Porém, a sensibilidade das plantas cultivadas a este herbicida tem limitado seu uso em pós-emergência de culturas. O desenvolvimento de culturas tolerantes ao glifosato amplia o potencial de utilização deste herbicida e pode facilitar o manejo de plantas daninhas nas culturas desejadas (Moraes *et al.*, 2010). Tolerância de uma espécie é uma característica inata da planta em sobreviver a aplicação de herbicidas na dose recomendada, que seria letal a outras espécies, sem alterações marcantes em seu crescimento e desenvolvimento. Já resistência é a capacidade adquirida de uma planta em sobreviver a determinados tratamentos herbicidas que, em condições normais, controlam os integrantes da população (EMBRAPA, 2018).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALBRECHT, A.; KANDJI, S.T. **Carbon sequestration in tropical agroforestry systems**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.99, p.15-27, 2003.

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

BERTOMEU, M. **Growth and yield of maize and timber trees in smallholder agroforestry systems in Claveria, northern Mindanao, Philippines.** *Agroforestry Systems*, v.84, p.73-87, 2012.

CASTRO, A. M. G.; TONANI, F. L.; LIMA, S. M. V. **Desafios para o desenvolvimento do complexo agroindustrial do eucalipto para agroenergia na região norte do Brasil.** *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 5, n. 9 p. 14292-14320 sep. 2019.

CARVALHO, F.T.; CASTRO, R.M.; OTSUBO, R.I.; PEREIRA, F.A.R. **Controle de Dez Espécie Daninhas em Cana de açúcar com o Herbicida Mesotrione em Mistura com Ametryn e Metribuzin.** *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.28, n. 3, p. 585-590, 2010.

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

CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; GEREMIA, E. V.; MONTEIRO, R. A. C.; MOURÃO, G. B.; SILVA, S. C. DA. **Sward structural characteristics and herbage accumulation of piatã palisade grass (*Brachiaria brizantha*) in a crop-livestock-forest integration area.** *Crop and pasture science*, v. 68, n. 9, p. 859-871, 2017.

DIAS, P.C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; PAIVA, H.N.; CORREIA, A.C.G. **Propagação vegetativo de progênes de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia.** *Ver. Árvore* vol.36, n.3 Viçosa, May/June 2012.

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Integração Lavoura – Pecuária – Floresta. Revista Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p.7-15, jul./ago. 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf>. Acesso em: 25/08/2018.

FREITAS, E.C.S.; NETO, S.N.O.; FONSECA, D.M.; SANTOS, M.V.; LEITE, H.G.; MACHADO, V.D. **Deposição de Serrapilheira e Nutrientes no Solo em Sistema Agrossilvipastoril com Eucalipto e Acácia.** *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.409-417, 2013.

GASQUES, J. G.; **Sources of growth in Brazilian agriculture: total fator productivity.** *EuroChoices* 16(1), 24-25. 2017. Disponível em: Acesso em 26/10/2019.

GALI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura,** 2005. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Plantas_daninhas_glifosatoID-VCQ0aRyNYE.pdf. Acesso em agosto de 2018.

IBÁ: **INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES**. Relatório anual 2017. 2017. Disponível em: Acesso em: 20 out. 2019.

IBF. Instituto brasileiro de florestas. **Espécies Nativas Brasileiras: Açoita Cavalão**, 2017. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/410-acoita-cavalo.html?lang=pt> Acesso em: 02/05/2019.

JOHNSON, B. C.; YOUNG, B. G.; MATTHEWS, J. L. Effect of postemergence application rate and timing of mesotrione on corn (*Zea mays*) response and weed control. *Weed Technology*, Lawrence, v. 16, n. 2, p. 414-420, 2002.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M.M.; VIDAL, R. A. **Herbicidas inibidores da EPSPS: Revisão de Literatura**. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.1, n.2,200.

KARVATTE JUNIOR, N.; et al. **Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest**. *International Journal of Biometeorology*, v.60, p. 1-9, 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Características do Herbicida Mesotrione na Cultura do Milho**. Circular Técnica, Sete Lagoas, MG, jun. 2004.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrotóxicos Registrados no AGROFIT**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/defesa-agropecuaria-agrotoxicos/agrotoxicos-registrados-no-agrofit> Acesso em: 14/04/2019.

MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: [.http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Acesso em: 01/10/2019.

MINOGUE, P.J.; OSIEC, A.; LAUER, D.K.; **Selective herbicides for establishment of *Eucalyptus benthamii* plantations**. *New Forests*, 2018.

MORAES, P.V.D.; ROSSIP. **Comportamento ambiental do Glifosato**. *Scientia Agraria Paranaensis*. Vol. 9, nº.3,p. 22-35, 2010.

MELOTTO, A.; NICODEMO,M.L.; BOCCHESI, R.A.; LAURA, V.A.; GONTIJO NETO, M.M.; SHLEDER, D.D.; POTT, A.; SILVA, V.P. **Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris**. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.3, p. 425 – 432, 2009

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A.M. **Comportamento dos herbicidas no Ambiente**. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*, 2011.

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. **Desempenho Silvicultural e Produtivo de Eucalipto sob Diferentes Arranjos Espaciais em Sistema Agrossilvipastoril**. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n60, p.01-09, dez.2009.

OLIVEIRA, A.D.; SCOLFORD, J.R.S.; SILVEIRA, V.P. **Análise Econômica de um Sistema Agro-silvo-pastoril com Eucalipto Implantado em Região de Cerrado.** Ciência Florestal, Santa Maria, v.10, n.1,p. 1-19,jun 2000.

PEIXOTO, M.F.S.P.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J.B.; TORNISIELO, V.L.; PEIXOTO, C.P.; SAMPAIO, L.S.V. & PEIXOTO, H.S.V.R.; **Remobilization of ¹⁴C atrazine bound residues in fulvic acids.** Cienc Rural, 35:340-346, 2005.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.R. **Guia de herbicidas.** 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 591 p.

SANTOS, S.S.; GRZEBIELUCKAS, C. **Sistemas silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte: Uma análise de viabilidade econômica em uma propriedade rural em Mato Grosso-Brasil,** v. 10, n.3 – jul/set 2014.

SYNGENTA. Disponível em: <[http:// www.syngenta.com.br](http://www.syngenta.com.br)>. Acesso em 20 out. 2009.

SILVEIRA, H. M.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; CASTRO NETO, M. D.; FERREIRA, E. A.; CARVALHO, F. P.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T. **Sensibilidade de cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione.** Revista Brasileira de Herbicidas, v.11, n.1, p.24 – 31, 2011. Disponível em: <<http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/128>>. Acesso em: 23/010/2019.

SILVA, T. L. A. **A apropriação capitalista da silvicultura no brasil e sua lógica de produção do espaço.** TERRA LIVRE – N. 50 (1): 159-199, 2018.

SILVA, A.R; SALES, A.; CARVALHO, E.J.M.; VELOSO, C.A.C. **Dinâmica de sistemas integrados de manejo de um solo no desenvolvimento da cultura do milho.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.9, p.859-873, 2016.

SCHROTH, G.; D'ANGELO, S.A.; TEIXEIRA, W.G.; HAAG, D.; LIEBEREI, R. **Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years.** Forest Ecology and Management, v.163, p.131-150, 2002.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. **Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, p.1029-1037, 2007.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Seletividade e Eficiência de Herbicidas em Cereais de Inverno.** Revista Brasileira de Herbicidas, Passo Fundo – RS, nº,3. P. 1-10, 2005.

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

VELINI, E. D; MESCHEDE, D. K; CARBONARI, C.A; TRINDADE, M .L. B.
Glyphosate. 1.ed. Botucatu, FEPAF 496p. 2009.

YANG, L.; LIU, N.; REN, H.; WANG, J. **Facilitation by two exotic Acacia: *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium* as nurse plants in South China**. Forest Ecology and Management, v.257, p.1786-1793, 2009.

WANG, Y.; ZHANG, B.; LIN, L.; ZEPP, H. **Agroforestry system reduces subsurface lateral flow and nitrate loss in Jiangxi Province, China**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.140, p.441-453, 2011.

CAPÍTULO I

DOSES DE HERBICIDAS EM MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL

RESUMO

ABREU, K. M. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, dezembro de 2019. **Doses de herbicidas em mudas de espécies florestais para implantação de sistema agrossilvipastoril.** Orientadora: Darliane do Castro Santos. Coorientadores: Francine Neves Calil e João Paulo Pennacchi

Os sistemas agrossilvipastoris apresentam o uso de uma diversidade de espécies sejam elas agrícolas, florestais ou animais em conjunto, em uma mesma área. Diante dessa diversidade, algumas dificuldades vêm sendo encontradas durante o manejo desse sistema. Dentre eles grande gargalo está nos prejuízos causados para as espécies florestais pela aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas nas espécies agrícolas cultivadas nos entre renques arbóreos. Contudo o presente trabalho objetivou avaliar a seletividade de herbicidas em mudas de duas espécies arbóreas nativas sendo o Baru (*Dypterix alata* (Vogel)), e o Angico (*Anadenanthera colubrina* (Vel)) e dois clones de Eucalipto Urograndis- i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*), e Urocam -VM01 (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*). O trabalho foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Federal Goiano campus Rio Verde, onde foi avaliada a seletividade de dois herbicidas glifosato e mesotriona nas espécies arbóreas analisando sua sensibilidade ao uso de dosagens dos herbicidas, por meio de análises de intoxicação, fisiológicas e dendrométricas. As quatro espécies não apresentaram alterações em seu desenvolvimento em todos os tratamentos com aplicação do mesotriona, podendo ser verificado nas avaliações visuais, fisiológicas e dendrométricas. O herbicida glifosato apresentou sintomas fortes de fitotoxicidade a partir do 2º DAA principalmente nas mudas de Angico, e nos dois clones de eucalipto, apresentando baixo desenvolvimento em altura e diâmetro e alto índice de mortalidade nas quatro maiores doses. O herbicida mesotriona demonstrou-se seletivo para as quatro espécies podendo ser recomentado em sistemas agrossilvipastoris. A espécie arbórea Baru apresentou resistências ao herbicida glifosato até em sua maior dose de 2400g ia ha⁻¹

Palavras-chave: *Dypterix alata*. *Anadenanthera colubrina*. Eucalipto. Glifosato. Mesotriona.

ABSTRACT

ABREU, K. M. Instituto Federal Goiano –Rio Verde Campus – GO, December, 2019.

Herbicides doses in seedlings of forest species to implement an agrosilvopastoral system. Advisor: Darliane do Castro Santos. Co advisors: Francine Neves Calil and João Paulo Pennacchi

The agrosilvopastoral system use a diversity of species that can be agricultural, forest or animal cultivated together in the same area. Because of this diversity, some difficulties have been found during the management of this system. One of the main obstacles is the damage caused to forest species due to the herbicides application for weed control in agricultural species cultivated in tree intercrops. Therefore, this study had as objective to evaluate herbicide selectivity in seedlings of two native tree species: (*Dypterix alata*), known as Baru in Brazil and *Anadenanthera* sp., known as Angico in Brazil; and two Eucalypts clones: I144 (*E. urophylla* x *E. grandis*), and VM01 (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*). This study was carried out in a greenhouse at Instituto Federal Goiano (Rio Verde/Goiás/Brazil), where the selectivity of the species was evaluated through the analysis of their tolerance to the use of different dosages of the herbicides Glyphosate and Mesotrione, through intoxication, physiological and dendrometric analyses. The four species did not show changes in all treatments with Mesotrione use, with only few mild symptoms at 8th day after application (DAA) and at 80th (DAA) all plants showed no symptoms. The herbicide Glyphosate showed strong phytotoxicity symptoms since the 2nd DAA, mainly in Angico seedlings, and in the two eucalypts clones, showing high mortality rates in the four highest doses. Mesotrione proved to be selective for the four species, and can be recommended for agrosilvopastoral systems. Baru specie showed resistance to Glyphosate herbicide until its highest dose (2400g ai ha⁻¹).

Key words: *Anadenanthera* sp. *Dypterix alata*. Eucalypt. Mesotrione, Glyphosate.

1. INTRODUÇÃO

O sistema agrosilvipastoril é caracterizado pela integração de espécies agrícolas, florestais e animais que retrata uma forma de uso mais sustentável da terra, em razão principalmente da diversificação da exploração agrícola e florestal existente. Esse sistema se caracteriza como sustentável por existir ganhos sinérgicos entre as espécies agrícolas e florestais, buscando a otimização das interações biológicas entre elas. Para isso, é importante conhecer as características de cada espécie utilizada, sua posição no sistema e como ela se relaciona com as outras espécies e fatores edafoclimáticos locais (Mendes *et al.*, 2013; Deissão *et al.*, 2018; Araújo *et al.*, 2019).

Nos sistemas integrados as árvores, além de trazerem benefícios econômicos trazem vantagens principalmente na recuperação de pastagens degradadas, promovendo maior retenção de água na subsuperfície do solo, aumentando o potencial de sequestro de carbono, além de melhorar as condições locais dos cultivos e dos animais, influenciando na produtividade do sistema e consequentemente no aumento da rentabilidade ao produtor em comparação ao monocultivo, principalmente para pequenos e médios produtores rurais (Mendes *et al.*, 2013; Paula *et al.*, 2015; IQBAL *et al.*, 2017).

A implantação do sistema agrosilvipastoril depende do nível de conhecimento das interações existentes entre seus componentes, principalmente pelos diferentes níveis de exigências de cada espécie (Andrade *et al.*, 2001; Paula *et al.*, 2015). Apesar de não ser um modelo de sistema tão recente, a pesquisa a respeito do seu funcionamento ainda tem muito o que avançar, de modo que o conhecimento sobre os processos que ocorrem nestes sistemas ainda é restrito (Petter *et al.*, 2011).

Uma das áreas com maior necessidade de evolução das pesquisas está relacionada ao uso de defensivos químicos no manejo das culturas agrícolas, uma vez que esses defensivos podem ser prejudiciais aos outros componentes do sistema. Dentre os cuidados que devem ser tomados na implantação dos sistemas integrados, a época de plantio das espécies florestais é bastante discutida entre produtores, principalmente visando evitar que elas não sejam prejudicadas pelos tratamentos culturais das espécies agrícolas, de modo especial com relação ao uso dos herbicidas (Petter *et al.*, 2011; Dan *et al.*, 2012).

De maneira geral o controle químico é um dos tratamentos culturais mais utilizados para o controle de plantas daninhas na agricultura. Através da introdução cada vez mais acentuada de pacotes tecnológicos, o uso de herbicidas se tornou um padrão no controle de plantas indesejadas nos plantios agrícolas. No entanto, ainda há um número limitado de herbicidas que são específicos para as culturas florestais em todo o mundo, e menos ainda

são especificamente rotulados para a silvicultura de plantação de eucalipto, sendo essa a espécie mais cultivada (Minogue *et al.*, 2018).

No entanto, os herbicidas que têm sido mais recomendados para algumas culturas florestais são o oxyfluorfen e flumioxazin, que são herbicidas seletivos que podem ser aplicados sobre árvores recém-plantadas de certas espécies em condições de crescimento. Outro herbicida, porém não seletivo, mas bastante utilizado em plantios de eucalipto, o glifosato, controla um amplo espectro de plantas daninhas e é amplamente usado para preparar locais para o plantio, no entanto, as aplicações após o plantio geralmente reduzem as taxas de crescimento ou causam danos significativos ou mortalidade das espécies arbóreas, sendo que isso ocorre pelo contato direto do produto com as mudas por causa das dificuldades de se evitar a deriva do herbicida no processo operacional (Minogue *et al.*, 2018).

Contudo é visto a necessidade de mais estudos sobre a seletividade de herbicidas nas culturas florestais em sistemas consorciados, pelo elevado número de injúrias que ainda são causados pelos herbicidas às culturas, que podem reduzir sua produtividade. É importante conhecer o potencial do dano que o herbicida em questão poderá oferecer à cultura nas condições em que será aplicado e, assim, possibilitar a tomada de decisão com maior segurança sobre a viabilidade econômica do controle de plantas daninhas dentro do sistema agrosilvipastoril (Agostinetto *et al.*, 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo testar a seletividade dos herbicidas Glifosato e Mesotriona em diferentes dosagens em espécies arbóreas nativas (Baru e Angico) e exóticas (clone de Eucalipto Urograndis e Urocam) visando a implantação dessas espécies em sistema agrossilvipastoril.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado no Instituto Federal Goiano do município de Rio Verde, que fica localizado entre os paralelos latitude sul 17° 47' 50" e longitude oeste 50° 54' 0" na região oeste do estado de Goiás (Figura 1). O clima local é classificado como savana tropical, Aw de acordo com Köppen-Geiser, apresentando duas estações bem definidas

uma chuvosa no verão e outra seca no inverno. A temperatura média anual de Rio Verde é de 23,3 °C com precipitação média anual de 1663 mm.



Figura 1 - Localização do município de Rio Verde – GO

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, durante os meses janeiro de 2019 a maio de 2019.

2.2. Tratamentos e delineamento experimental

Para a realização do experimento foram utilizadas quatro espécies arbóreas: Baru (*Dypterix alata* Vogé) Angico (*Anadenathera colubrina* Vell.) e dois clones de Eucalipto Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*), e Urocam-VM01- (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*). As mudas de eucalipto tinham 3 meses de idade e as espécies nativas tinham 4 meses de idade quando foram selecionadas, as espécies nativas originaram-se de uma única matriz cada espécie. Essas mudas foram plantadas cada uma em um vaso de polietileno de 8 litros, sendo estes preenchidos com solo (Tabela 1), e adubados com 2 g de fertilizante N-P-K 4-30-10 (equivalente a uma adubação de 500 kg ha⁻¹) e 10 g de calcário (equivalente a uma correção com 2500 kg ha⁻¹). Nos dias 26/03/2019 e 02/04/2019 foi realizada a adubação das mudas com FTE aplicado 2g por vaso em cada período (equivalente a uma adubação de 500 kg ha⁻¹).

Tabela 1 Características químicas e física do solo antes da instalação do experimento.

Propriedades													
pH	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	----- (cmol dm ⁻³) -----							V%	Silte	Argila	Areia
CaCl ₂	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC				
5,28	16,80	0,73	0,01	1,06	0,20	0,01	1,34	1,27	2,61	48,70	12	65	23

M.O. = Matéria orgânica; V% = saturação de bases; SB = Soma de bases

As mudas foram transplantadas no dia 25 de janeiro de 2019. Após o pleno estabelecimento das mudas quando possuíam altura média de 0,40 m os eucaliptos, 0,55 m os Angicos e 0,25 m os Barus, foi realizada a aplicação dos herbicidas que ocorreu no dia 21 de fevereiro de 2019. No momento da aplicação as condições climáticas eram: velocidade média do vento de 1 km h⁻¹, temperatura do ar 25,7°C e umidade relativa do ar de 78,9%. A aplicação foi realizada com pulverizador pressurizado a CO₂ munido com ponta tipo leque simples de indução de ar 110-02 (JDF) Ad 02-d, regulado com pressão constante de 2,5 bar sendo a vazão de 200 L ha⁻¹.

As plantas permaneceram 24 horas posteriores à aplicação, protegidas do contato com água da chuva ou proveniente da irrigação, visando evitar a lavagem do produto. Os tratamentos culturais das mudas do experimento foram os mesmos utilizados para a produção comercial de mudas, constituído por irrigações diárias.

Os herbicidas utilizados foram o glifosato (Concentrado Solúvel - SL) e a mesotriona (Suspensão Concentrada - SC), sendo utilizadas cinco dosagens de cada herbicida 0, 480, 960, 1440, 1920, 2400 g equivalente ácido (e.a.) ha⁻¹ de glifosato; e 0, 48, 96, 144, 192, 240 g de e.a. ha⁻¹ de mesotriona. O glifosato foi escolhido objetivando testar um sistema no qual as mudas de árvores sejam implantadas com a cultura da soja. Já a mesotriona foi escolhida objetivando testar um sistema com milho. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC) em arranjo fatorial 4 x 2 x 5 + 1 sendo quatro espécies arbóreas, dois tipos de herbicidas, cinco dosagens e mais um tratamento controle. O total foram 44 tratamentos com seis repetições cada

2.3. Obtenção e análise de variáveis

A aplicação dos herbicidas foi realizada diretamente na muda, visando encontrar uma dosagem na qual as plantas apresentassem seletividade. Para isso foram realizadas as seguintes avaliações nas mudas arbóreas:

a) mensurações e quantificação da biomassa foram determinadas da parte aérea e sistema radicular. Para essa avaliação no 80º dia após a aplicação dos herbicidas (DAA), foram abatidas as mudas do experimento. Primeiramente foi realizado a mensuração da altura da parte aérea e do comprimento da parte radicular, logo após cada parte foi colocada em sacos de papel e inseridas em uma estufa a 65°C por 72 horas, e posteriormente sendo pesadas. As plantas avaliadas para os parâmetros fisiológicos e dendométricas consistem das mesmas utilizadas para a avaliação de crescimento e biomassa.

b) diagnose visual de fitotoxidez das plantas no 2º, 4º, 8º, 16º, 32º e no 64º (23/02/2019, 25/02/2019, 02/03/2019, 09/03/2019, 14/03/2019, 25/03/2019, respectivamente) dia após a aplicação dos herbicidas. Os danos foram registrados por fotos e determinados por meio da escala de notas, em que: 1 - ausência de sintomas; 2 - Sintomas de toxicidade muito leves; 3 - Sintomas de toxicidade leves; 4 - Sintomas de toxicidade considerados moderados; 5 - Sintomas classificados como duvidosos; 6 - Sintomas que aparenta causar toxicidade forte; 7 - Toxicidade forte; 8 - Toxicidade muito forte; 9 - Morte das plantas (EWRC, 1964);

c) avaliações fisiológicas no 1º, 2º, 7º, 14º, 21º (22/02/2019, 23/02/2019, 28/02/2019, 07/03/2019, 14/03/2019) dia após a aplicação. As concentrações de clorofilas foram determinadas por meio do medidor portátil, ClorofiLOG1030® (Falker®, Porto Alegre, RS, Brasil), sendo obtido o teor de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total, expressos como índice de clorofila Falker (ICF). Os índices de clorofilas e de flavonoides (flavonóis e antocianinas) foram determinados por meio do sensor Dualex Scientific™ (Force-A, Orsay, França), com base nos espectros de excitação da fluorescência da clorofila (Cerovic et al., 2012).

A fluorescência transiente OJIP da clorofila *a* foi determinada com o uso de fluorômetro portátil FluorPen FP 100 (Photon Systems Instruments; Drasov, Czech Republic). Folhas jovens, completamente expandidas, não destacadas, foram previamente adaptadas ao escuro por 30 minutos para oxidação completa do sistema fotossintético de transporte de elétrons. Foram medidas a fluorescência mínima (F_o) em 50 μ s quando todos os centros de reação FSII estão abertos e é definido como o passo O, seguida pelo passo J (a 2 ms), o passo I (a 30 ms) e a fluorescência máxima (F_m) quando todos os centros de reação PSII estão fechados, conhecido como passo P. Estes valores foram utilizados para calcular vários índices bioenergéticos do fotossistema II, conforme Strasser *et al.*, 2000.

d) avaliações dendométricas, sendo a altura (cm) das plantas (medida a partir do colo das mudas e estendendo até o ápice da última folha completamente expandida) e diâmetro (mm) de caule (medida na altura do colo das plantas com o auxílio de um paquímetro). Estas avaliações foram realizadas quinzenalmente durante todo o período de condução do experimento.

2.4 Análises estatísticas

O software R, versão 3.6.1 foi utilizado para a análise de dados apresentada neste estudo. Os métodos e pacotes utilizados são apresentados a seguir. Inicialmente, a normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk utilizando o pacote “ggpubr”. A grande maioria dos parâmetros analisados não apresentou normalidade. A análise de variância foi feita através do teste de Kruskal-Wallis no mesmo pacote mencionado acima. Para os parâmetros de crescimento e biomassa a comparação de médias foi feita através do teste de Dunn, utilizando o pacote “dunn.test”.

As correlações entre pares de parâmetros foram feitas através do método de Spearman para dados não normais, utilizando o pacote “Hmisc”. Os valores de correlação variam de -1 a 1, sendo que os valores negativos representam correlação inversamente proporcional entre os parâmetros e valores positivos representam correlação diretamente proporcional. Quanto maior o módulo do valor da correlação, mais forte ela é, negativa ou positivamente.

O nível de significância considerado para o teste de normalidade, a análise de variância, a comparação de médias e a matriz de correlação foi de 0,05.

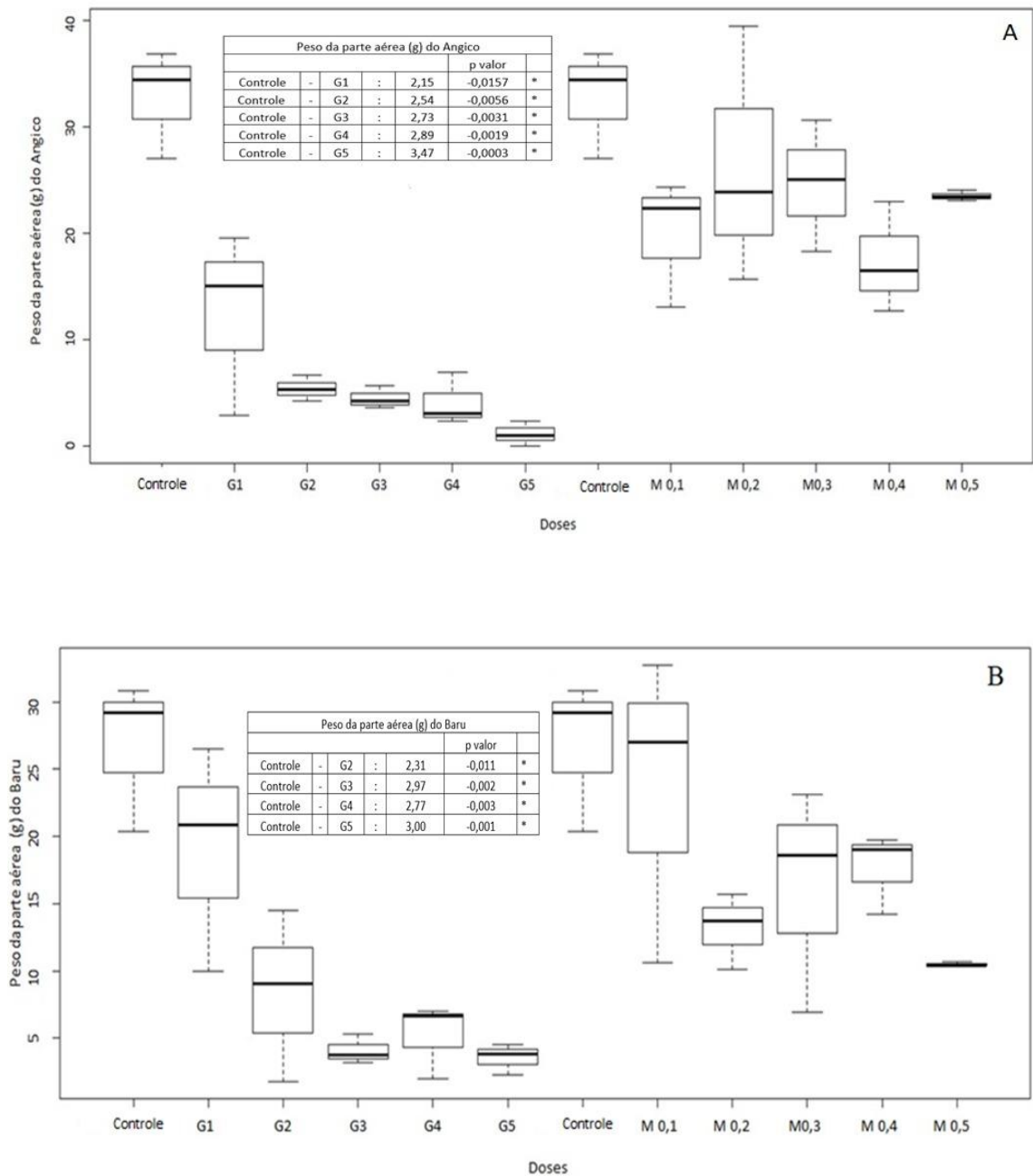
3. RESULTADOS

3.1. Massa seca aérea

Com base nos procedimentos aplicados e nos dados obtidos, foi possível verificar que as espécies *Anadenathera colubrina* (Angico), *Dypterix alata* (Baru) e os híbridos de Eucalipto *E. urophylla* x *E. grandis* (Urograndis), *E. urophylla* x *E. camaldulensis* (Urocam) tiveram sintomas de intoxicação em todos os indivíduos dos diferentes tratamentos com o herbicida glifosato. Podendo ser verificado pelos pesos da massa seca da parte aérea (Figura 2) obtidos aos 80 dias após a aplicação (DAA), com exceção da dose

480 g e.a. ha⁻¹ do herbicida glifosato que não apresentou influência na massa seca aérea para as espécies de Baru, Urograndis e Urocam.

Aos 80 DAA o herbicida mesotriona mostrou ser seletivo para as quatro espécies como pode ser observado não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para massa seca da parte aérea. As plantas apresentaram apenas leves sintomas de fitotoxicidade, porém se desenvolveram sem mortalidade.



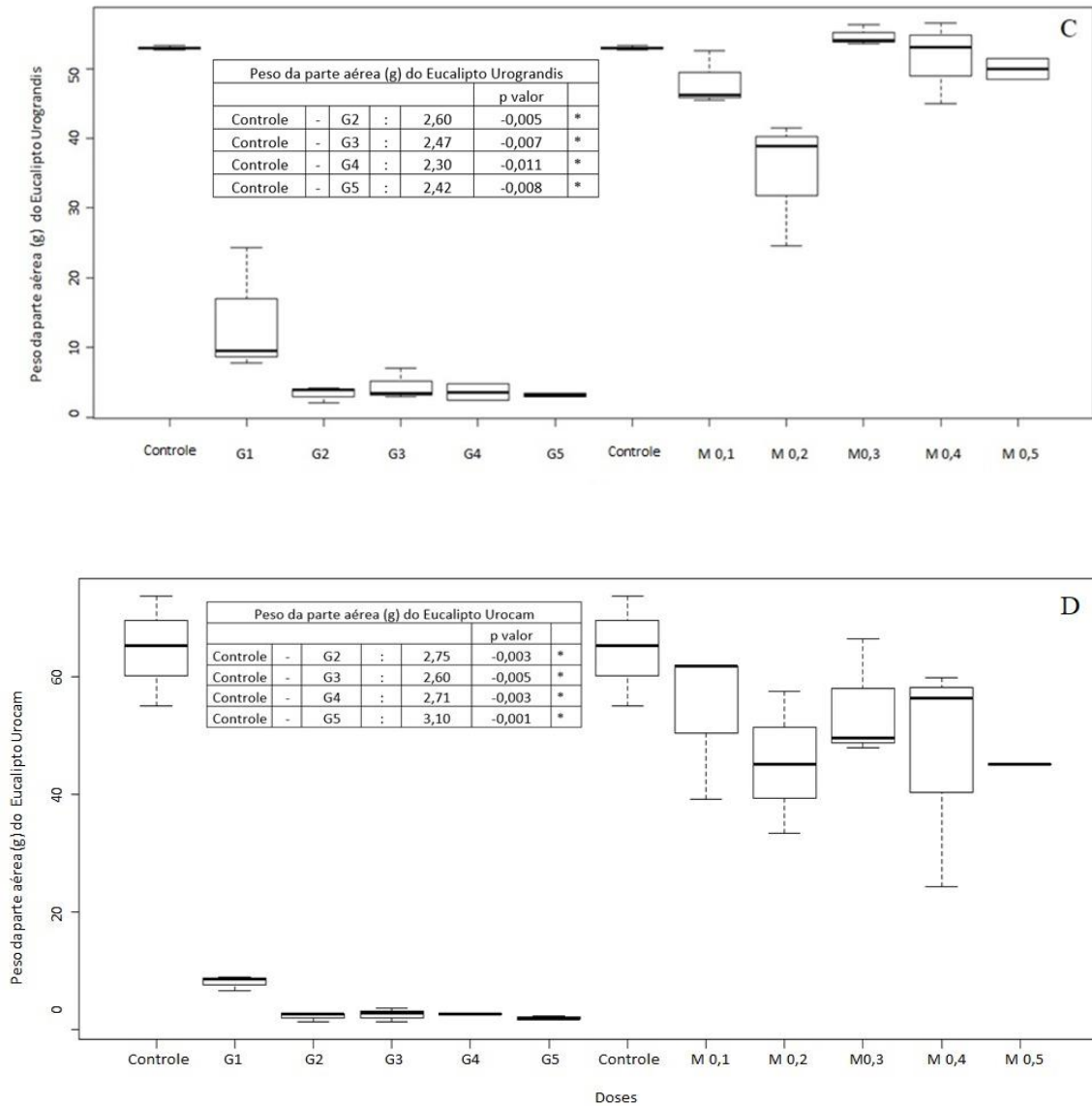


Figura 2. Médias dos pesos de massa seca da parte aérea (g) das espécies arbóreas A-Angico; B-Baru; C – Eucalypto Urograndis; D – Eucalypto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4- mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5- mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹).

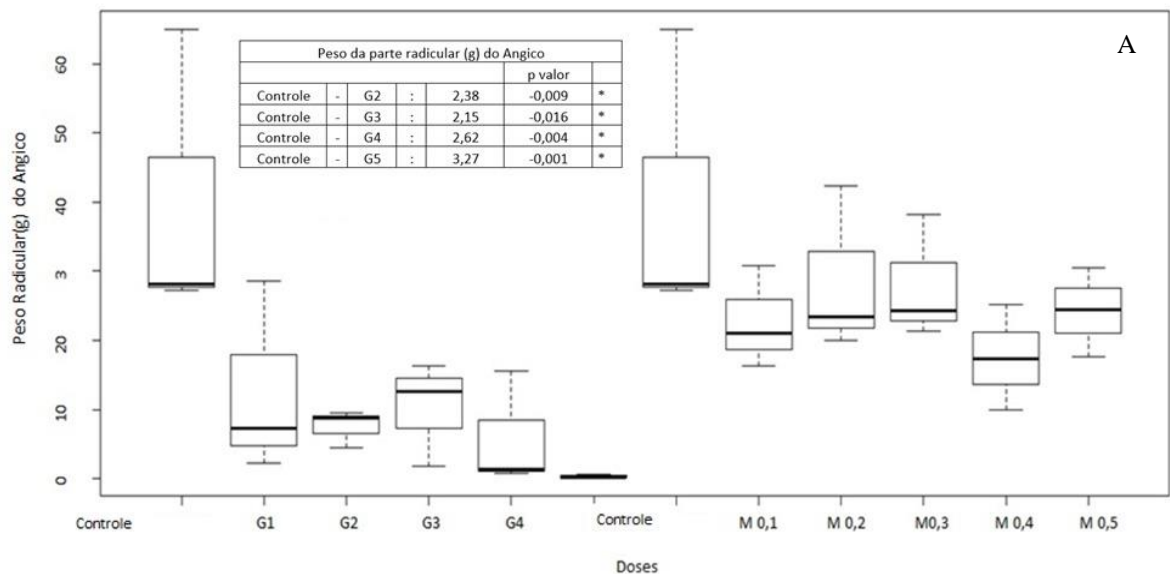
A perda do peso da massa seca aérea da espécie Angico nos tratamentos com glifosato, quando comparada com a massa seca aérea do tratamento controle, houve redução mínima de 86% na dose 1440 e de 88 % e 97 % nas doses de 1920 e 2400g e.a. ha⁻¹ respectivamente, o híbrido Urocam apresentou perdas de 64%, 56% e de 61% nas doses 1440, 1920 e 2400g e,a. ha⁻¹, respectivamente.

O clone Urograndis nos tratamentos com glifosato o maior peso de massa seca aérea foi de apenas 26% comparando com tratamento controle. O Baru nos tratamentos com glifosato apresentou redução de 19,50% e 13,18% do peso de massa seca aérea nas doses 1920 e 2400g e.a. ha⁻¹, respectivamente.

3.2. Peso da massa seca radicular

Os tratamentos que ocorreram a aplicação de glifosato nos clones de eucalipto Urograndis e Urocam apresentaram média inferior para massa seca radicular como pode ser verificado (Figura 3), em todas as doses obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) demonstrando danos do herbicida a essa espécie.

Para o Angico a massa seca radicular com a aplicação do glifosato não foi afetada com a dose 480 g e.a. ha⁻¹ (Figura 3A). Já para o Baru houve redução ($p < 0,05$) na massa seca radicular somente com a dose de 2400 g e.a. ha⁻¹ (Figura 3B).



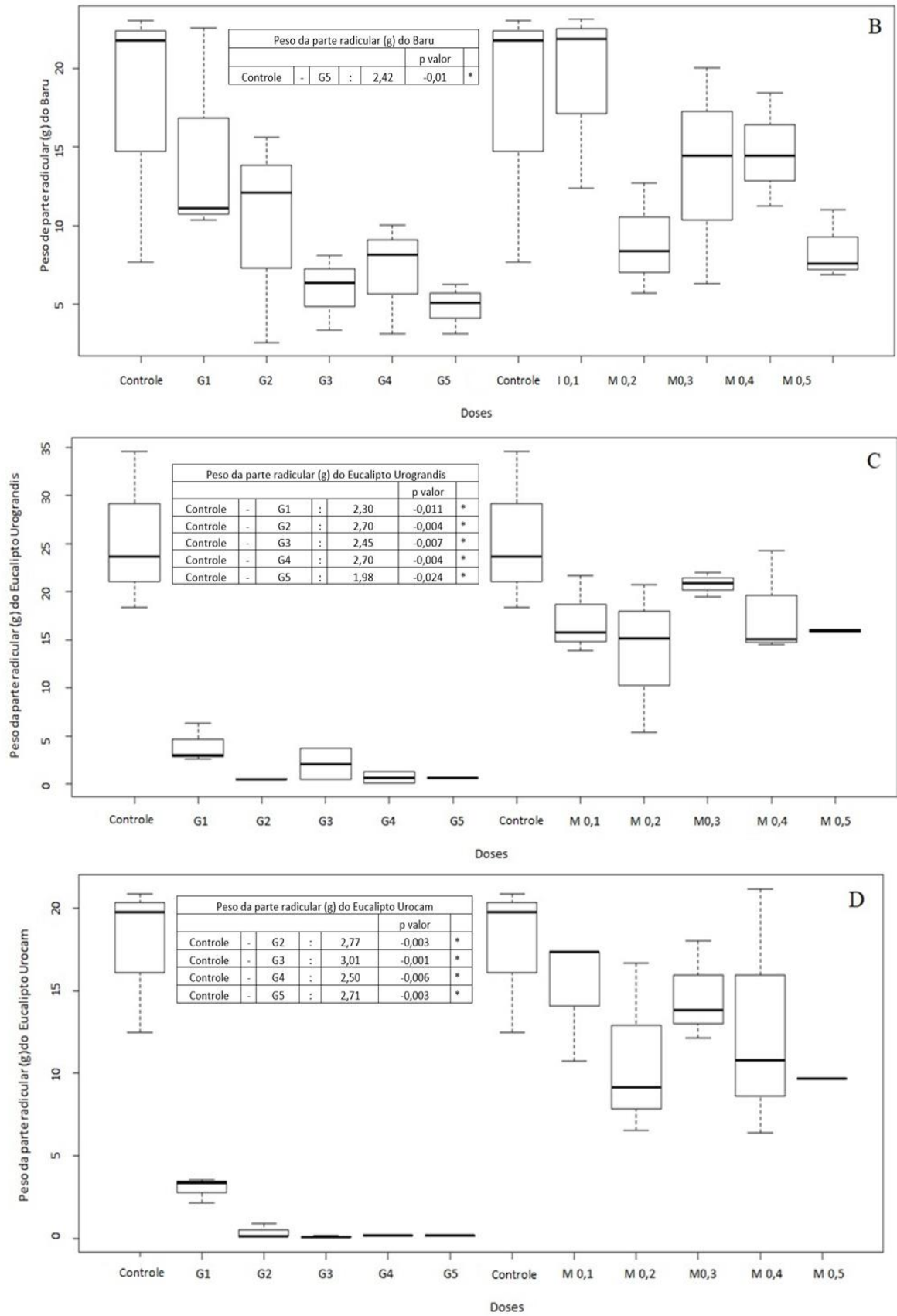


Figura 3. Médias dos pesos de massa seca radicular (g) das espécies arbóreas. A-Angico; B-Baru; C – Eucalipto Urograndis; D – Eucalipto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e

mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4- mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5- mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹.

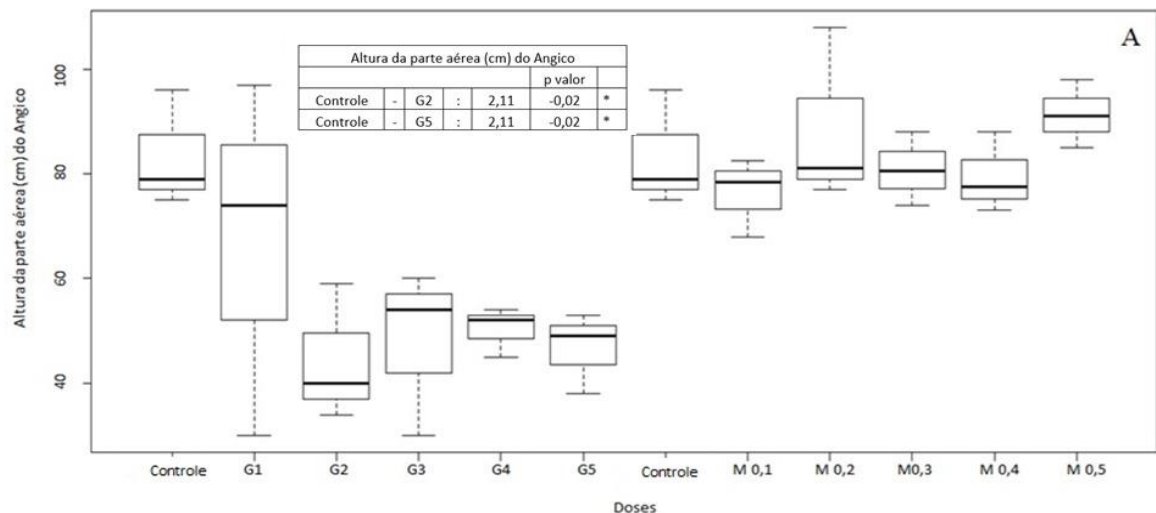
Assim como para o peso da massa seca aérea, o peso da massa seca radicular em todos tratamentos com mesotriona não apresentaram alterações em nenhuma das espécies (Figura 3) demonstrando a seletividade desse herbicida as espécies estudadas.

No peso da massa seca radicular a espécie Baru não demonstrou alteração nos pesos das raízes para ambos os herbicidas exceto para a dose de 2400 g e.a. ha⁻¹ de glifosato, que houve perda de 72% do peso radicular das mudas.

No entanto, o herbicida glifosato apresentou alteração no peso da massa seca radicular para o Urograndis com perdas de 92% 97% e 98% de peso para as doses 1440, 1920, 2400g e.a. ha⁻¹ respectivamente, e perda de 95%, 96% e 96% nas doses 1440, 1920 e 2400g e.a. ha⁻¹, respectivamente para o clone Urocam.

3.3. Altura de plantas

Para a altura (Figura 4) foi observado que o herbicida glifosato apresentou maior efeito nos tratamentos 960 g e.a. ha⁻¹ e 2400 g e.a. ha⁻¹ na espécie Angico. O herbicida mesotriona não apresentou efeito para as espécies na altura (Figura 4) para todas as espécies, não demonstrando nenhuma alteração, apenas o clone de eucalipto Urograndis apresentou ser significativo no tratamento 192 g e.a. ha⁻¹ sendo superior ao tratamento controle (202%). Diante deste resultado, pode-se inferir que essa dosagem provavelmente estimulou altura da parte aérea do Urograndis.



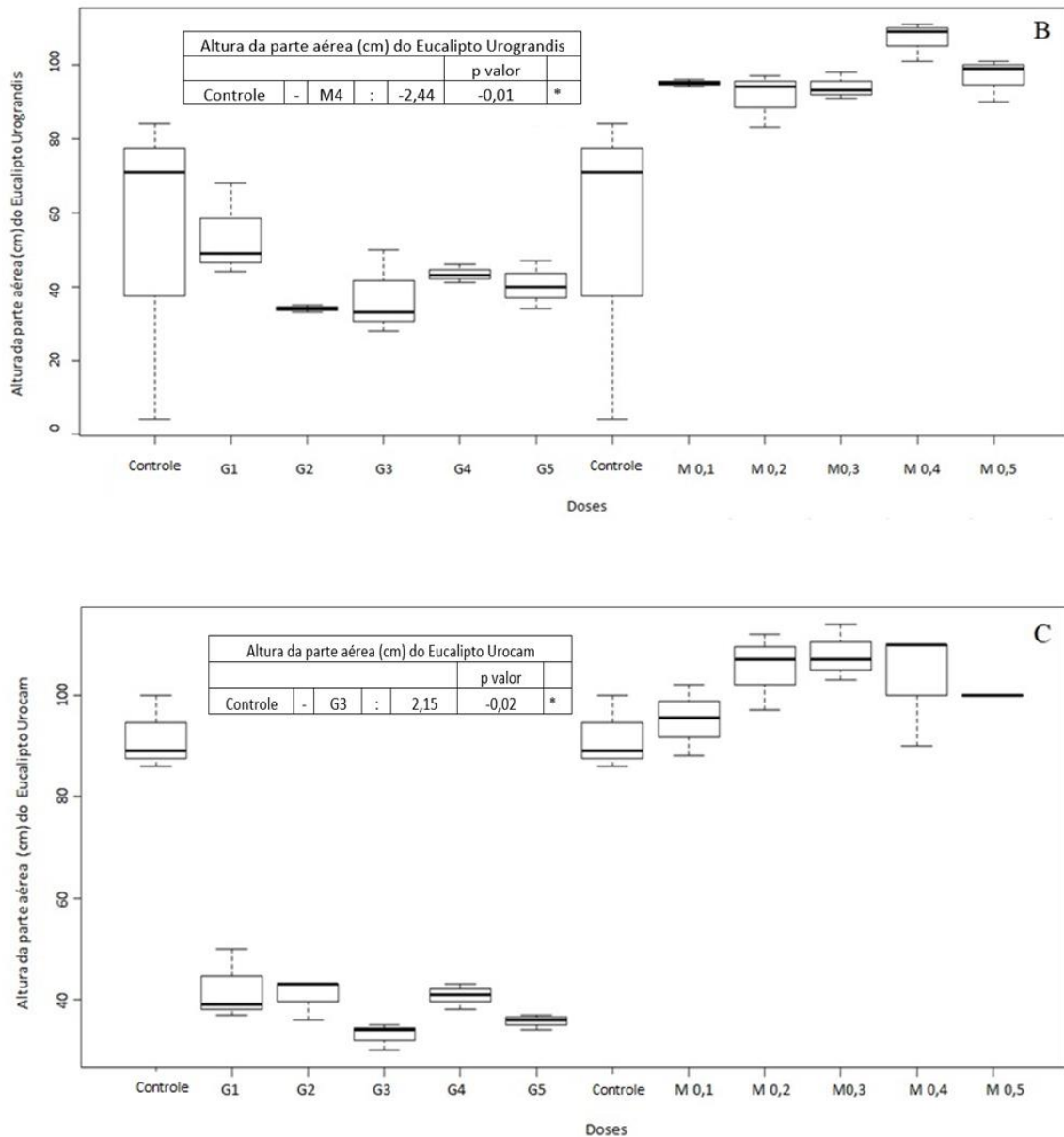
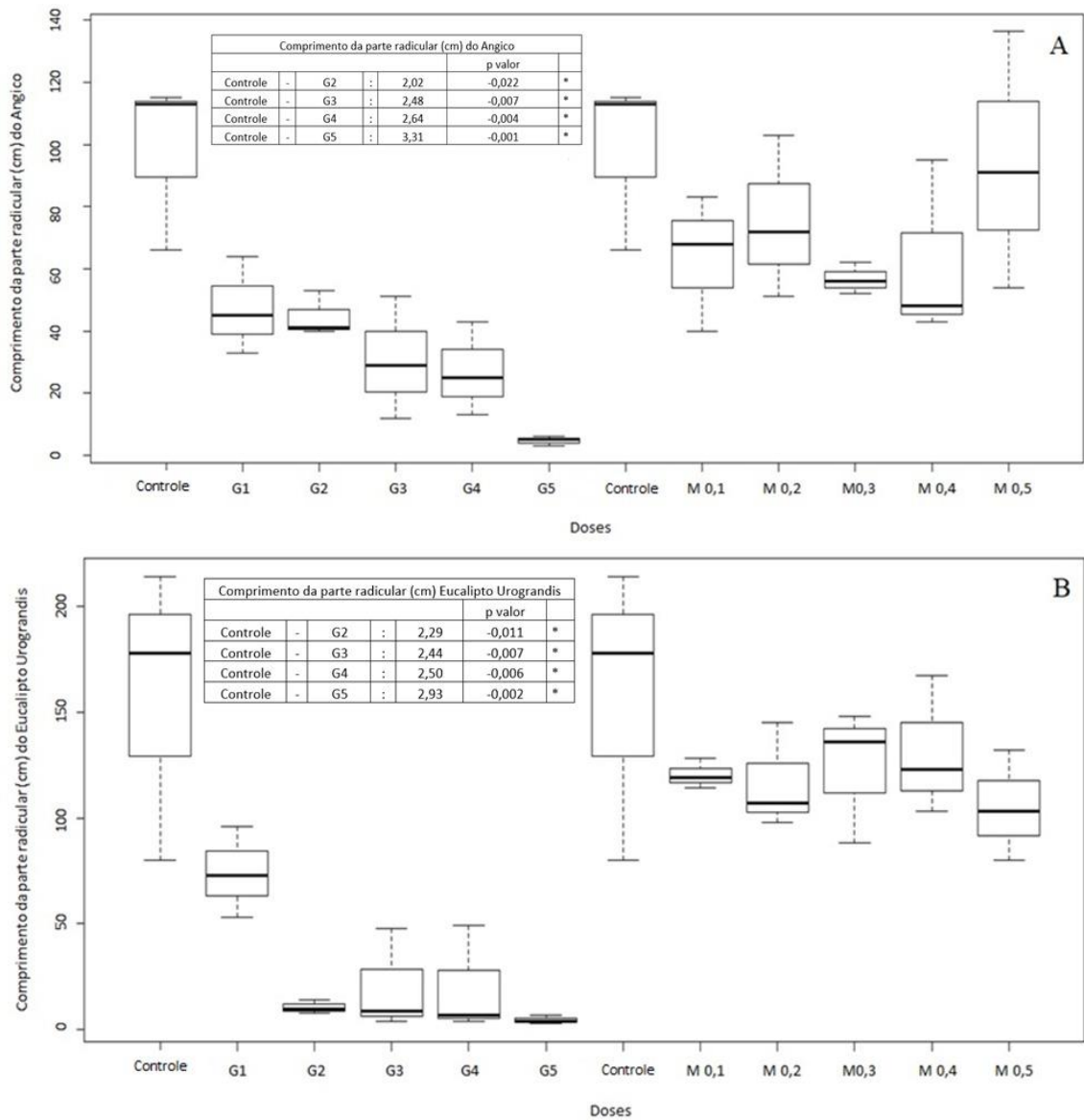


Figura 4. Médias de altura da parte aérea (cm) das espécies arbóreas arbóreas A-Angico; B-Baru; C – Eucalypto Urograndis; D – Eucalypto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4- mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5- mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹).

Para a arbórea Baru não houve diferença significativa para a altura da parte aérea em todos os tratamentos tanto para o herbicida mesotriona quanto para o glifosato.

3.4. Comprimento da parte radicular

No comprimento da parte radicular (Figura 5) pode-se observar o efeito do herbicida glifosato em todas as doses com exceção da dose de 480 g e.a. ha⁻¹ que não apresentou diferença significativa para as espécies Angico, Urocam e Urograndis. O herbicida mesotriona para o desenvolvimento da raiz também mostrou seletivo as espécies não ocorrendo diferenças significativas de todas as espécies arbóreas com relação ao tratamento controle.



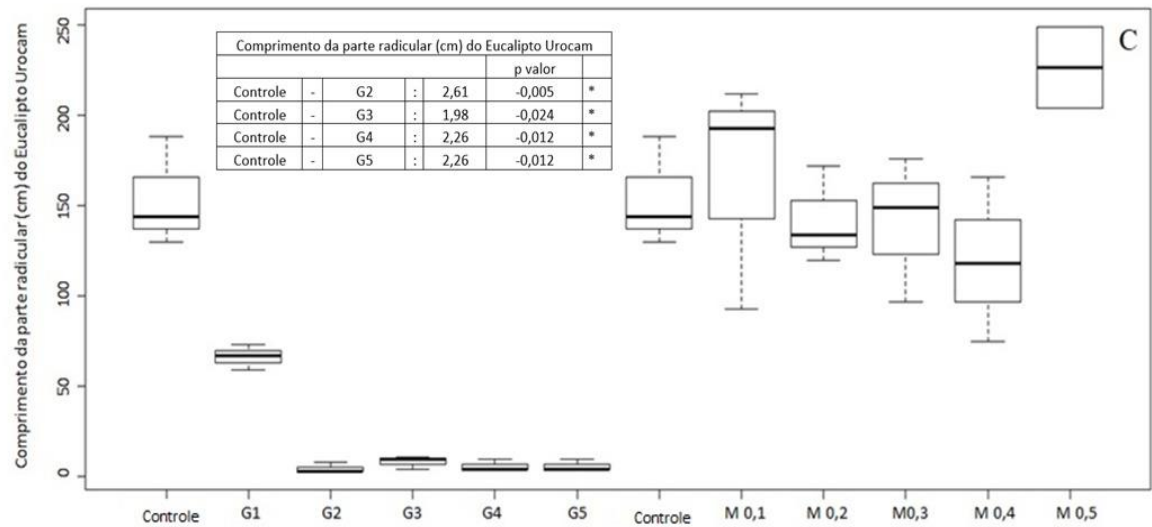


Figura 5. Médias dos comprimentos radiculares (cm) das espécies arbóreas arbóreas A-Angico; B-Baru; C – Eucalypto Urograndis; D – Eucalypto Urocam, nos tratamentos com os herbicidas glifosato e mesotriona (G1-glifosato na dose 480 g e.a. ha⁻¹; G2- glifosato na dose 960 g e.a. ha⁻¹; G3-glifosato na dose 1440 g e.a. ha⁻¹; G4-glifosato na dose 1920 g e.a. ha⁻¹; G5-glifosato na dose 2400 g e.a. ha⁻¹; M0,1-mesotriona na dose 48 g e.a. ha⁻¹; M0,2-mesotriona na dose 96 g e.a. ha⁻¹; M0,3-mesotriona na dose 144 g e.a. ha⁻¹; M0,4- mesotriona na dose 192 g e.a. ha⁻¹; M0,5-mesotriona na dose 240 g e.a. ha⁻¹).

O clone Urocam apresentou pouco desenvolvimento radicular nos tratamentos com glifosato ($p < 0,05$) chegando a 5 %, 4 % e 4 % com relação ao tratamento controle nas doses 1440, 1920 e 2400g e.a. ha⁻¹, respectivamente. Assim como o eucalypto Urograndis com crescimento de 13%, 13% e 3% nas doses 1440, 1920 e 2400g e.a. ha⁻¹, respectivamente.

Para a arbórea Baru não houve diferença significativa para o comprimento radicular em todos os tratamentos tanto para o herbicida mesotriona quanto para o glifosato.

3.5. Fitotoxicidade

a) *Anadenathera colubrina* (Angico)

O herbicida glifosato demonstrou ser danoso ao Angico apresentando mortalidade de 40% (Tabela 2) das mudas avaliadas sendo elas nas doses 1440 g e.a. ha⁻¹, 1920 g e.a. ha⁻¹ e 2400 g e.a. ha⁻¹, na maior dose todas as plantas vieram a senescer.

As mudas de Angico nos tratamentos com mesotriona (Figura 6) apresentaram leves sintomas de fitotoxicidade com manchas brancas nas folhas no 4 DAA sendo uma

característica do herbicida. No entanto o herbicida não afetou no desenvolvimento da espécie, recuperando-se dos sintomas leves até o final dos 64 DAA.

O glifosato foi bastante danoso ao Angico demonstrando sintomas de fitotoxicidez em todos os tratamentos (Figura 7). Os sintomas evoluíram para folhas coriáceas, ápices deformados, necroses bem desenvolvidas nos bordos das folhas e senescência foliar acentuada logo no 8 DAA levando à morte das mudas nas maiores doses de 1920 e 2400 g e.a. ha⁻¹. Já no 64 DAA foi possível verificar a recuperação de algumas mudas com rebrotas nas doses 480, 960 e 1440 g e.a./ha⁻¹.

Tabela 2 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de *Anadenathera colubrina* (Angico) nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da dose e da época de avaliação.

Espécie	Herbicida	Dose (g e.a. ha ⁻¹)	Avaliações dias após a aplicação (DAA)					
			2°	4°	8°	16°	32°	64°
Angico	Glifosato	0	1	1	1	1	1	1
		480	1	3	4,67	4,67	5,33	3
		960	1	3	4,67	5,33	4,67	3
		1440	1,33	1,67	4,67	5,33	7,67	4,33
		1920	1	3	8	8,67	8,67	7,67
		2400	1	3	9	9	9	9
		0	1	1	1	1	1	1
	Mesotriona	48	1	1	1	4	4	3
		96	1	2,33	3,67	4	3,67	1,33
		144	1	3	1	3,67	3	1,67
		192	1	1,67	2,33	5,33	1,67	3
		240	1	1,33	1,67	3,67	3,67	1,67

Notas de Fitotoxicidade*	Conceito
1	Ausência de sintomas
2	Sintomas de toxicidade muito leves
3	Sintomas de toxicidade leves
4	Sintomas de toxicidade considerados moderados
5	Sintomas classificados como duvidosos
6	Sintomas que aparenta causar toxicidade forte
7	Toxicidade forte
8	Toxicidade muito forte
9	Morte das plantas

*Escala conforme metodologia de EWRC (1964)

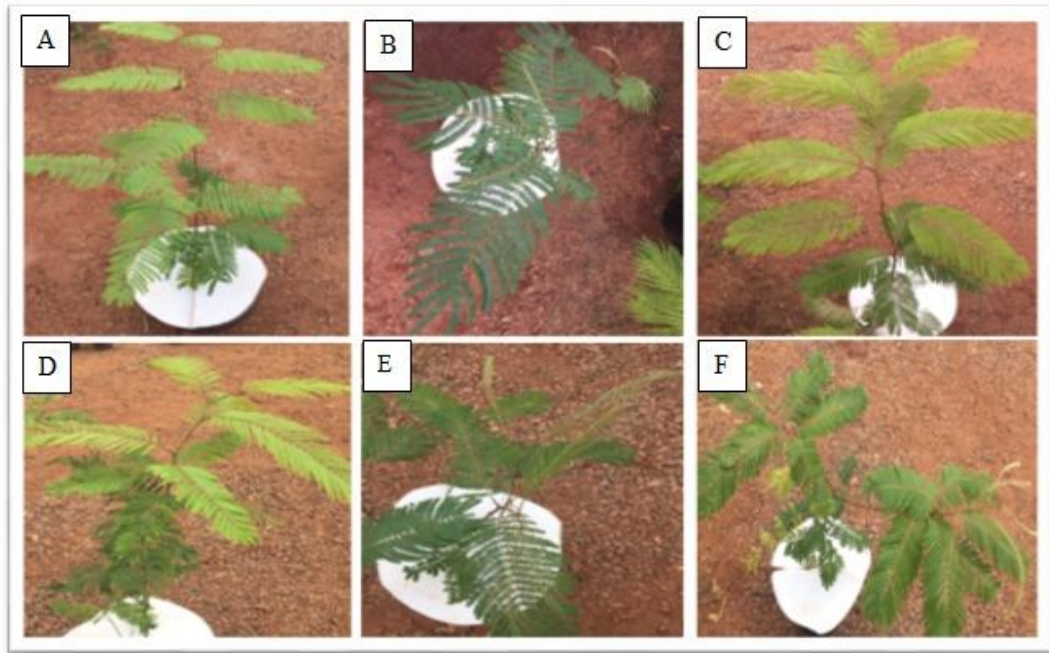


Figura 6. Doses do herbicida Mesotriona nas mudas de Angico aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹ ; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹ ; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹ ; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹ ; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹).

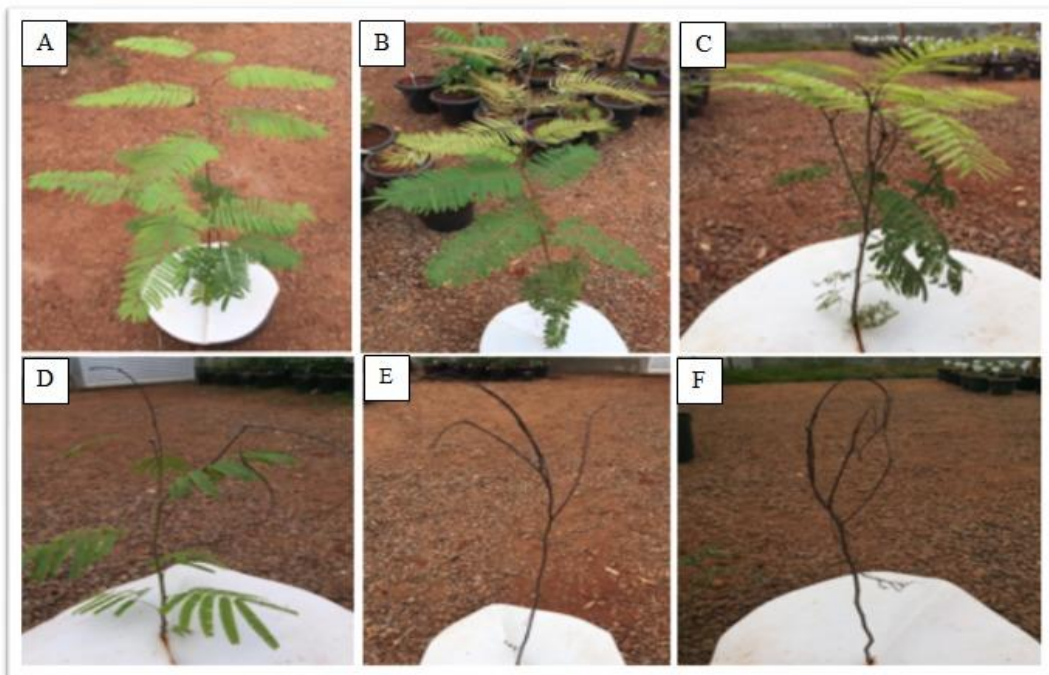


Figura 7 Doses do herbicida Glifosato nas mudas de Angico aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 480 g e.a./ha⁻¹; C – dose 960 g e.a./ha⁻¹; D – dose 1440 g e.a./ha⁻¹; E – dose 1920 g e.a./ha⁻¹; F – dose 2400 g e.a./ha⁻¹).

b) *Dypterix alata* (Baru)

A Tabela 3 descreve os diferentes níveis de fitointoxicação do baru em relação às dosagens dos herbicidas glifosato e mesotriona e da época de avaliação.

Como demonstrado na figura 8 a espécie Baru nos tratamentos com o mesotriona apresentou leves sintomas de fitotoxicidade com manchas brancas em suas folhas nas maiores doses, porém não houve alteração no desenvolvimento das mudas. Apesar dos danos provocados pelo herbicida com fortes sintomas de fitotoxicidade no Baru, a espécie apresentou-se resistente ao glifosato não havendo nenhuma mortalidade das mudas (Figura 9). Aos 64 DAA as plantas já estavam com rebrotas.

Tabela 3 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de *Dypterix alata* (Baru) nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da dose e da época de avaliação.

Espécie	Herbicida	Dose (g e.a. ha ⁻¹)	Avaliações dias após a aplicação (DAA)					
			2°	4°	8°	16°	32°	64°
Baru	Glifosato	0	1	1	1	1	1	1
		480	1	4	3	5	5,33	3
		960	1	3	3,33	8	5,33	3,67
		1440	1,33	4	4,67	8	5,33	4,33
		1920	1,33	4	5,33	4,67	8	4,33
		2400	1,33	4	5,33	8	8	8
	Mesotriona	0	1	1	1	1	1	1
		48	1	3	1,33	3	3	3
		96	1	1	1	1,33	1	1
		144	1	1	1,67	2,33	3,67	2,33
		192	1	1	1,67	2,33	4	3,67
		240	1	3	1,67	2,33	3,67	3,67

	Notas de Fitotoxicidade*	Conceito
	1	Ausência de sintomas
	2	Sintomas de toxicidade muito leves
	3	Sintomas de toxicidade leves
	4	Sintomas de toxicidade considerados moderados
	5	Sintomas classificados como duvidosos
	6	Sintomas que aparenta causar toxicidade forte
	7	Toxicidade forte
	8	Toxicidade muito forte
	9	Morte das plantas

*Escala conforme metodologia de EWRC (1964)

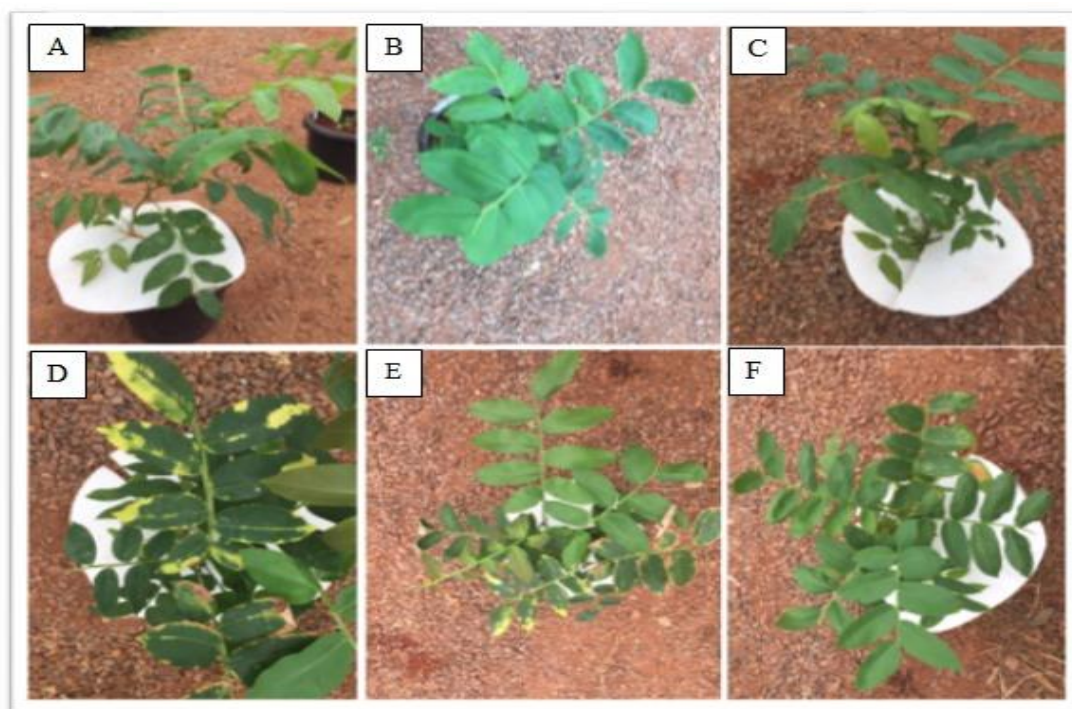


Figura 8. Doses de Mesotriona no Baru aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹ ; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹ ; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹ ; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹ ; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹).

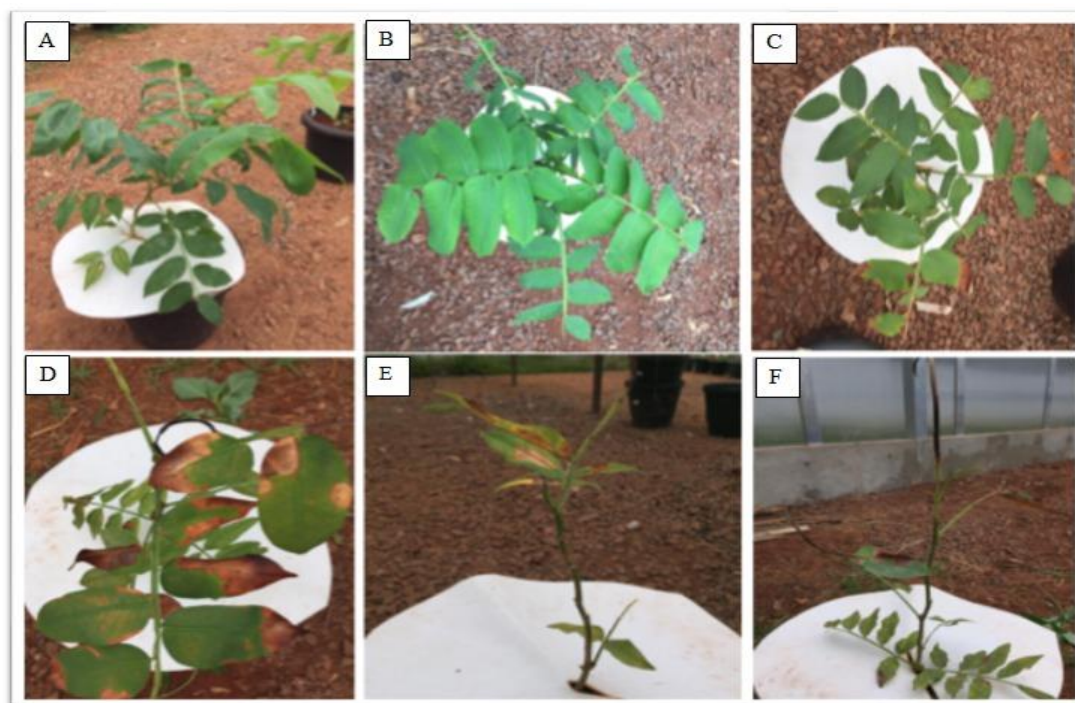


Figura 9. Doses de Glifosato no Baru aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 480 g e.a./ha⁻¹; C – dose 960 g e.a./ha⁻¹; D – dose 1440 g e.a./ha⁻¹; E – dose 1920 g e.a./ha⁻¹; F – dose 2400 g e.a./ha⁻¹).

c) Eucalipto Urograndis

Na Tabela 4 estão apresentados os diferentes níveis de fitointoxicação do Urograndis em relação às dosagens dos herbicidas glifosato e mesotriona e da época de avaliação.

Diante da figura 10 pode-se observar que o herbicida mesotriona é seletivo ao clone de Urograndis, pois apenas sintomas leves nas plantas foram observados no 8 DAA o que não afetou o desenvolvimento da espécie. No entanto, o herbicida glifosato foi bastante danoso ao eucalipto Urograndis afetando em todos os tratamentos com a porcentagem de mortalidade chegando a 67% (Tabela 4) e com os sintomas de fitotoxidez iniciando no 2 DAA, com seca das folhas evoluindo para folhas coriáceas, ápices deformados, necroses bem desenvolvidas nos bordos das folhas e senescência foliar acentuada. Apenas na menor dose de 480g e.a. ha⁻¹ de glifosato as mudas conseguiram rebrotar como pode ser verificado na figura 11.

Tabela 4 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de Urograndis nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da dose e da época de avaliação.

Espécie	Herbicida	Dose (g e.a. ha ⁻¹)	Avaliações dias após a aplicação (DAA)					
			2°	4°	8°	16°	32°	64°
i144	Glifosato	0	1	1	1	1	1	1
		480	3	3	5,33	5,33	5	1,67
		960	3	8	8	8,67	9	9
		1440	3	3	8	8,67	8,67	9
		1920	1,67	3	8	8,67	8,67	5,33
		2400	3	3	9	9	9	9
	Mesotriona	0	1	1	1	1	1	1
		48	1	1	3	3	3	1
		96	1	5	3	4	2,33	1
		144	1	1	3	3	3	1
		192	1	3	3	2,33	3	1
		240	1	3	3	2,33	3	1

	Notas de Fitotoxicidade*	Conceito
	1	Ausência de sintomas
	2	Sintomas de toxicidade muito leves
	3	Sintomas de toxicidade leves
	4	Sintomas de toxicidade considerados moderados
	5	Sintomas classificados como duvidosos
	6	Sintomas que aparenta causar toxicidade forte
	7	Toxicidade forte
	8	Toxicidade muito forte
	9	Morte das plantas

*Escala conforme metodologia de EWRC (1964)



Figura 10. Doses de Mesotriona no Eucalipto Urograndis aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹ ; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹ ; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹ ; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹ ; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹).

VM01	Glifosato	0	1	1	1	1	1	1
		480	1,67	8	5,33	8	8	3
		960	1,33	3	8	9	9	9
		1440	1,67	8	8,33	9	9	9
		1920	1,33	8	9	9	9	9
		2400	3	8	9	9	9	9
		0	1	1	1	1	1	1
	Mesotriona	48	1	4	1,67	1	3	3
		96	1	1	2	1	1,67	1,67
		144	1	1	1,67	3	1,33	1
		192	1	4	3	2,67	1,67	1,67
		240	1	3	3	2,33	3	2,33

	Notas de Fitotoxicidade*	Conceito
	1	Ausência de sintomas
	2	Sintomas de toxicidade muito leves
	3	Sintomas de toxicidade leves
	4	Sintomas de toxicidade considerados moderados
	5	Sintomas classificados como duvidosos
	6	Sintomas que aparenta causar toxicidade forte
	7	Toxicidade forte
	8	Toxicidade muito forte
	9	Morte das plantas

*Escala conforme metodologia de EWRC (1964)

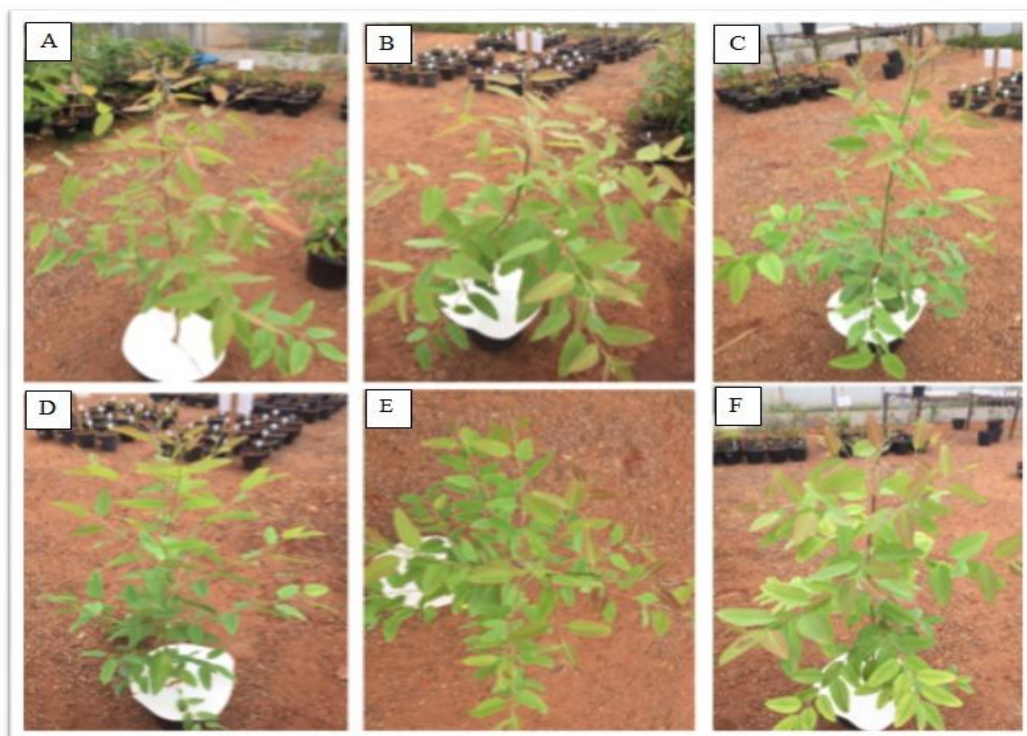


Figura 12. Doses de Mesotriona Eucalipto Urocam aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 48 g e.a./ha⁻¹ ; C – dose 96 g e.a./ha⁻¹ ; D – dose 144 g e.a./ha⁻¹ ; E – dose 192 g e.a./ha⁻¹ ; F – dose 240 g e.a./ha⁻¹).

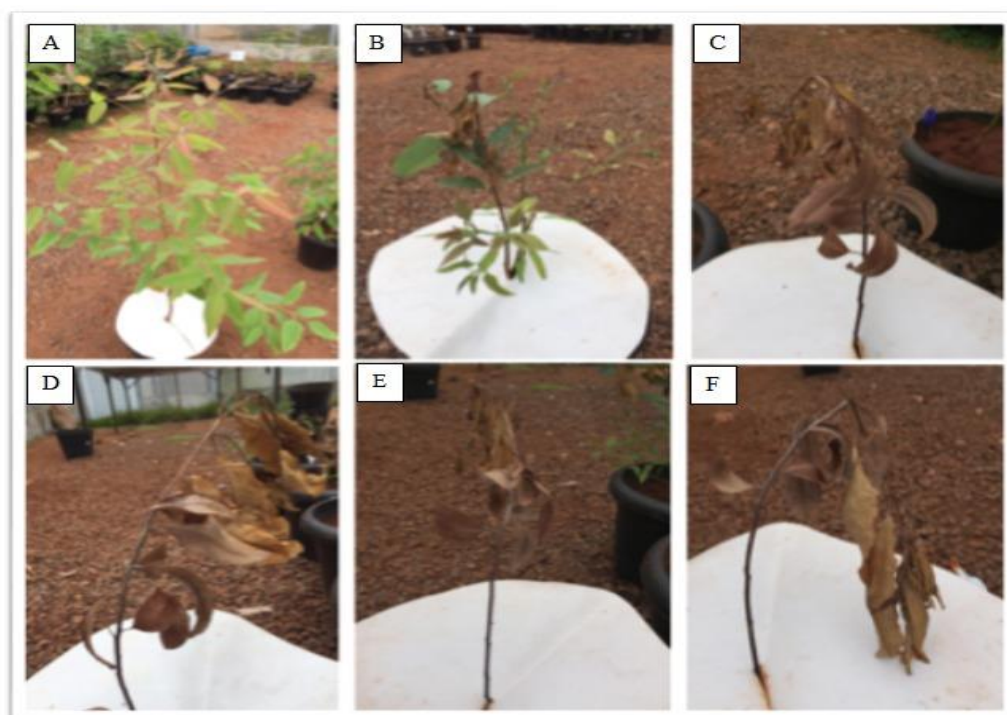


Figura 13. Doses de Glifosato Eucalipto Urocam aos 64 DAA (A – Tratamento controle; B – dose 480 g e.a./ha⁻¹; C – dose 960 g e.a./ha⁻¹; D – dose 1440 g e.a./ha⁻¹; E – dose 1920 g e.a./ha⁻¹; F – dose 2400 g e.a./ha⁻¹).

3.6. Avaliações fisiológicas

a) Mesotriona

A tabela 6 traz correlações de parâmetros fisiológicos com os pesos da parte aérea, parte radicular, altura da parte aérea e comprimento da parte radicular para as arbóreas em estudo nos tratamentos que houve a aplicação do herbicida mesotriona.

Tabela 6. Correlação de parâmetros fisiológicos das plantas de Angico, Baru, Urograndis e Urocam (Ant; DIo/RC; Flav; PhiDo; PSIo; PHIEo; Chl; Fv/Fm;Fv/Fo; PhiPo; PIABS; PHIPAv) nas épocas de avaliações (1) 22/02/2019; (2) 23/02/2019; (3) 28/02/2019; (4) 07/03/2019; (5) 14/03/2019. Relacionados com peso da parte aérea (P.A.); peso da parte radicular (P.R.); Altura da parte aérea (C.A.); Comprimento da parte radicular (C.R.). Para o herbicida Mesotriona.

Inserir significância

Parâmetros Fisiológicos	Mesotriona															
	Angico				Baru				Urograndis				Urocam			
	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.
Flav(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02	0,08	-
PhiDo(1)					0,70*	-0,57	-0,32	-0,20					0,13	-0,03	0,22	0,56*
Chl(1)									-0,20	-0,18	0,05	0,48*				
Cl.a(1)	0,55*	0,35	0,57*	0,22					0,65**	0,36	0,31	0,09				
Cl.b(1)	0,48*	0,29	0,48*	-0,04	0,47*	0,33	0,41	0,24								
PHiPo(1)					0,70*	0,57	0,20	0,32					-0,10	0,04	-0,20	0,56*
PIABS(1)					0,71*	0,59	0,23	0,06	-0,51*	-0,27	0,09	-0,07	-0,24	-0,09	-0,12	0,55*
PSIo(1)	0,01	-0,15	-0,22	0,60*												
PHIEo(1)	-0,01	-0,16	-0,22	0,59*												
FV/FM(1)					0,70*	0,57	0,32	0,20								
Fm/FO(1)					0,73*	0,60	0,35	0,17	-0,51*	-0,17	-0,08	0,05	-0,20	-0,04	-0,19	0,57*
Ant(2)									-0,13	0,58*	0,35	-0,37				

PhiDo(2)					-0,36	-0,25	-	-0,54											
Chl(2)	-0,50*	-0,16	-0,47	-0,36					0,14	0,53*	-0,44	-0,25							
Cl.b(2)					0,08	-0,05	0,53*	0,39	0,13	0,47	-0,42	0,77***							
PHiPo(2)					0,36	0,25	0,61*	0,54											
PSIo(2)														0,27	0,15	-0,02	0,64*		
FV/FM(2)					0,36	0,25	0,61*	0,54											
FV/FO(2)					0,35	0,22	0,64*	0,55											
Ant(3)					-0,35	-0,36	-0,53	-0,41											
PhiDo(3)									0,19	0,44	-	0,19							
Chl(3)					0,23	0,26	0,48*	0,28	-0,20	0,06	-0,02	0,48*							
Cl.b(3)	0,29	0,03	0,54*	0,28															
PHiPo(3)									-0,23	-0,46	0,57*	-0,20							
PIABS(3)					-0,05	-0,10	0,16	0,61*						-0,09	-0,20	0,63*	-0,24		
PSIo(3)					0,01	-0,02	0,08	0,60*	-0,18	-0,39	0,51*	-0,14		-0,12	-0,26	0,74***	-0,16		
PHIEo(3)					0,00	-0,06	0,10	0,60*	-0,18	-0,38	0,51*	-0,14		-0,08	-0,21	0,71***	-0,22		
PhiPav(3)														0,11	0,38	-0,65*	0,09		
FV/FM(3)									-0,23	-0,46	0,57*	-0,20							
FV/FO(3)									-0,23	-0,43	0,52*	-0,13							
Ant(4)	0,67**	0,50*	0,37	0,04															
PhiDo(4)									0,18	0,48	-	0,09		0,57	0,59*	-0,46	0,27		
Cl.a(4)	-0,49	-0,51	-0,33	-0,32															
PHiPo(4)									-0,18	-0,48	0,59*	-0,09		-0,57	-	0,59*	-0,27	0,46	
PIABS(4)					-0,05	0,06	0,21	0,55*						-0,53	-	0,60*	0,49	-0,21	
PSIo(4)									-0,30	-0,44	0,56*	0,00		-0,59	-	0,62*	0,26	-0,12	

PHIEo(4)				-0,29	-0,45	0,56*	0,01	-	-	0,29	-0,18
FV/FM(4)				-0,18	-0,48	0,59*	-0,09	-0,57	0,59*	0,46	-0,27
FV/FO(4)				-0,19	-0,44	0,52*	-0,04	-0,56	0,58*	0,41	-0,28
PIABS(5)	0,31	0,20	0,54*	0,69*							

(*) significativo a 0,05, (**) significativo a 0,01, (***) significativo a 0,001 pelo através do método de Spearman.

Legenda: Ant: Antocianina; DIo/RC: Fluxo específico de dissipação da energia; Flav: Flavonoide; PhiDo: Rendimento quântico da dissipação de energia na forma de calor; PSIo: Rendimento quântico de elétron pela cadeia transportadora de elétrons após a quinona a (Qa); PHIEo: Rendimento quântico do transporte de elétrons; Chl: Clorofila; Chl a: Clorofila a; Chl b: Clorofila b; Fv/Fm: Rendimento quântico máximo potencial do FS II; Fv/FO: Rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica; PhiPo: Rendimento quântico máximo de fotoquímica primária; PIABS: Índice de desempenho fotossintético; PHIPAv: Rendimento quântico médio de fotoquímica primária

Como pode ser observado na tabela 6 a arbórea Angico no 1 DAA apresentou correlação positiva das clorofilas A e B com o peso e a altura da parte aérea. O que demonstra que quanto maior o aumento das clorofilas maior foi incremento da biomassa da parte aérea e do comprimento em altura. Demonstrando que as clorofilas estavam ativas captando energia assim havendo a fixação de carbono levando ao incremento de biomassa.

Já a partir da 21 DAA observa-se correlação negativa da clorofila A com os pesos radicular e da parte aérea. Pode-se observar que o valor de antocianina apresentou correlação positiva ou seja quanto maior a sua concentração maior foram os pesos da biomassa das plantas, a antocianina atua como mecanismo de defesa da planta demonstrando que o mesmo esteve ativo diante de algum estresse sentido pelas plantas.

Para arbórea Baru houve correlação positiva dos parâmetros PHIDo, PIABS, Fv/Fm, Fv/Fo e da clorofila com o peso da massa seca aérea, esses parâmetros fisiológicos estão relacionados com o rendimento fotossintético das plantas, demonstrando que inicialmente no 7 DAA com o aumento desses parâmetros houve incremento da sua biomassa aérea. Como também pode ser verificado que houve correlação negativa do PhiDo com o peso e o comprimento da parte aérea na avaliação 1 DAA, esse parâmetro é um marcador de estresse e de dano ao fotossistema II.

Nas últimas avaliações 21 e 28 DAA foi verificado correlação positiva do comprimento radicular com o PIABS que é um índice de desempenho fotossintético. Esse índice, relaciona a eficiência de absorção, captura e transferência de energia de excitação do FSII. Quanto maior melhor, captura e transferência de excitação do FSI II havendo assim maior incremento em tamanho da raiz.

O eucalipto Urograndis logo no 1 DAA apresentou correlação negativa dos parâmetros (PIABS e Fm/Fo) assim como o PIABS o Fm/Fo está relacionado com o rendimento fotossintético, demonstrando que as plantas sentiram o efeito do herbicida no incremento de biomassa aérea. Já para o comprimento da parte aérea houve correlação positiva no 14 DAA para os parâmetros (PhiDo, PSIo, PHIEo, Fv/Fm e Fv/Fo) esses parâmetros estão relacionados com o rendimento fotossintético e de transporte de elétrons, o mesmo resultado foi verificado no 21 DAA para o peso radicular, e demonstra que inicialmente as plantas vieram a sentir o efeito do herbicida mais com o passar do tempo se recuperaram, havendo o incremento na biomassa radicular e no comprimento aéreo.

Já o eucalipto Urocam apresentou ter sentido mais o efeito do herbicida mesotriona em seu aparato fotossintético para o comprimento radicular já no 1 DAA, porém apresentando o mecanismo de defesa PhiDo ativo, ou seja, tentando amenizar a ação do herbicida. Assim como no 21 DAA, as plantas apresentaram correlação negativa do seu peso radicular com os parâmetros (PHIPo, PIABS, PSIo, PHIEo e Fv/Fm), e demonstrando correlação positiva com o parâmetro PhiDo, o mesmo esteve ativo dissipando o excesso de energia que a planta não utilizou em seu aparato fotossintético, pelo estresse sofrido. Mesmo com sintomas leves apresentado (Figura 12-F) pelas mudas elas obtiveram desenvolvimento regular comparando com o tratamento controle.

b) Glifosato

De acordo com a tabela 7 o Angico na primeira avaliação 1 DAA não apresentou efeito negativo para o herbicida glifosato em seu aparato fotossintético, mas, observa-se que o seu aparelho de defesa esteve ativo apresentando correlação positiva da antocianina com o peso radicular, indicando que quanto maior o peso, maior é a concentração de antocianina. Já na segunda avaliação 7 DAA observa-se efeito da ação do herbicida na fisiologia da raiz da planta, com correlações negativas com as clorofilas, PHIPo, PIABs e Fv/Fm (rendimentos fotoquímicos), levando a diminuição do peso radicular.

Nas últimas avaliações 21 e 28 DAA houve correlações negativas do peso da parte aérea com a antocianina e com a flavonoide, as plantas tiveram diminuição da biomassa aérea e aumento em seu mecanismo de defesa, demonstrando que as plantas diante do estresse sofrido na parte aérea, estavam tentando reagindo as injúrias.

Para as plantas de Baru, os valores de correlação positiva entre clorofilas e parâmetros de acúmulo de biomassa na quarta avaliação (21 DAA) mostra que as plantas que conseguiram manter níveis mais elevados de clorofila nas folhas, por recuperação após estresse ou manutenção dos níveis anteriores, acumularam maior biomassa na parte aérea e na raiz. Esse comportamento deve ser relacionado com a maior capacidade de absorver energia solar e, diretamente, aumentar a fixação de carbono através da fotossíntese.

Tabela 7. Correlação de parâmetros fisiológicos das plantas de Angico, Baru, Urograndis e Urocam (Ant; DIo/RC; Flav; PhiDo; PSIo; PHIEo; Chl; Fv/Fm;Fv/Fo; PhiPo; PIABS; PHIPAv) nas épocas de avaliações (1) 22/02/2019; (2) 23/02/2019; (3) 28/02/2019; (4) 07/03/2019; (5) 14/03/2019. Relacionados com peso da parte aérea (P.A.); peso da parte radicular (P.R.); Altura da parte aérea (C.A.); Comprimento da parte radicular (C.R.). Para o herbicida Glifosato.

Parâmetros Fisiológicos	Arbóreas															
	Angico				Baru				Urograndis				Urocam			
	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.	P.A.	P.R.	C. A.	C.R.
Anth (1)	0,34	0,61*	0,21	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSIo (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75**	0,82**	-0,39	0,48	0,53*	0,58*	-0,44	0,65**
PHIEo (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,67*	0,75**	-0,37	0,39	-0,48	0,54*	-0,40	-0,62*
Flav (2)	0,64**	0,74***	0,35	0,55*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PhiDo (2)	0,55*	0,60*	0,22	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chl (2)	-0,36	-0,53*	0,03	-0,36	-0,35	0,50*	-0,38	-0,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl.b (2)	-	-	-	-	-0,05	0,13	0,51*	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
PHiPo (2)	-0,48	-0,58*	-0,13	-0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PIABS (2)	-0,21	-0,50*	-0,14	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSIo (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dio/RC (2)	0,66**	0,67**	0,26	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fv/Fm (2)	-0,48	-0,58*	-0,13	-0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anth (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,64*	-0,07	0,31	-	-	-	-
Flav (3)	0,43	0,79**	0,15	0,02	0,45	0,49*	0,29	0,45	-0,53*	-0,34	0,63*	0,00	-0,50	-0,50	-0,56	-0,64*
Cl.a (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,14	-0,28	0,52*	0,13	0,60*	-0,57	0,67*	-0,57
PSIo (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,75	-0,76*	0,20	0,70	-	-	-	-

Ant (4)	-0,48*	-0,49*	-0,37	0,47*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flav (4)	-0,54*	-0,43	-0,09	-0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dio/RC (4)	0,57	0,26	0,62*	0,67*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PhiDo (4)					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chl (4)	0,49	0,32	0,77**	0,32	0,52*	0,49*	0,46	0,48*	-	-	-	-	-	-0,72	-0,71	-0,76	-0,85*
Cl.a (4)	-	-	-	-	0,41	0,30	0,47*	0,03	-0,76*	0,83**	-0,08	0,61	-	-	-	-	-
Cl.b(4)	-	-	-	-	0,41	0,30	0,03	0,47*	-0,70	-0,72*	-0,19	0,62	-	-0,77	-0,72	-0,78	-0,82*
PhiPav (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,31	-0,25	0,89*	0,25	-	-	-	-	-
Flav (5)	-0,51*	-0,42	-0,23	-0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clr.a (5)					-	-	-	-	-0,82*	0,15	0,03	0,36	-	-	-	-	-

(*) significativo a 0,05; (**) significativo a 0,01; (***) significativo a 0,001 pelo através do método de Spearman.

Legenda: Ant: Antocianina; Dio/RC: Fluxo específico de dissipação da energia; Flav: Flavonoide; PhiDo: Rendimento quântico da dissipação de energia na forma de calor; PSIo: Rendimento quântico de elétron pela cadeia transportadora de elétrons após a quinona a (Qa); PHIEo: Rendimento quântico do transporte de elétrons; Chl: Clorofila; Chl a: Clorofila a; Chl b: Clorofila b; Fv/Fm: Rendimento quântico máximo potencial do FS II; Fv/Fo: Rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica; PhiPo: Rendimento quântico máximo de fotoquímica primária; PIABS: Índice de desempenho fotossintético; PHIPav: Rendimento quântico médio de fotoquímica primária

Para os clones de eucalipto o efeito do glifosato foi sentido logo nos primeiros dias após aplicação, para o clone Urograndis as correlações negativas foram dos pesos radiculares e da parte aérea com os parâmetros (PSIo, PHIEo, Cl *a*, Cl *b*, PHIPav) (tabela 7). No entanto, pode ser verificado que os valores de flavonoides no 14 DAA esteve ativo no peso e no comprimento da parte aérea, tentando amenizar os efeitos do glifosato, pois a flavonoide atua no mecanismo de defesa da planta. Já o clone Urocam apresentou correlações negativas do 1 ao 21 DAA, com os parâmetros de transporte de elétrons (PSIo e PHIEo) e com as clorofilas.

4. DISCUSSÃO

Nas quatro espécies arbóreas estudadas, verificou-se a sensibilidade das mesmas ao herbicida glifosato com o aparecimento de murcha, e clorose nas folhas dos ápices das plantas, em todos os tratamentos e em menor intensidade na dose 480g e.a. ha⁻¹. As espécies em que o herbicida apresentou maiores danos foi o Angico, e os dois clones de eucalipto Urograndis e Urocam, levando a alta porcentagem de mortalidade das espécies.

Entre os clones de Eucalipto o híbrido Urocam apresentou sensibilidade ao glifosato com um valor de 80% de mortalidade contra 66% do Urograndis, esta resposta pode estar relacionada aos fatores genéticos que conferem maior sensibilidade ou a maior área foliar deste genótipo, permitindo maior interceptação e absorção do herbicida. Estas hipóteses decorrem da inexistência na literatura de trabalhos que permitam explicar as diferenças observadas entre esses genótipos de eucalipto.

Como observado no presente trabalho, o aparato fisiológico do clone Urocam logo na primeira avaliação 1 DAA apresentou efeitos danosos sob a ação do herbicida glifosato nas plantas, não conseguindo nem efetivar os seus mecanismos de defesa, como também pode ser observado nos sintomas visuais o efeito do herbicida no 2 DAA nas folhas mais jovens. O glifosato promove efeitos primários nas plantas, inibindo ou retardando o seu desenvolvimento, sendo esse retardamento ocorrido em função da inibição da síntese de aminoácidos responsáveis pela síntese das proteínas essenciais para o crescimento das plantas (Velini *et al.*, 2009).

Os sintomas nas plantas dos tratamentos com glifosato evoluíram para folhas desidratadas, ápices deformados, necroses bem desenvolvidas nas bordas das folhas e senescência foliar acentuada, como consequência houve a diminuição do peso da parte

aérea e da parte radicular. Sintomas foliares como esses também foram verificados em plantas de eucalipto submetidas à deriva simulada com glifosato relatados por Tuffi Santos *et al.*, (2006), Tuffi Santos *et al.*, (2007) e Inoue *et al.*, (2014). Biosci *et al.*, (2013) em estudo com as espécies nativas *Plathymenia reticulata* e *Solanum lycocarpum* verificaram que essas espécies apresentaram intoxicação com o herbicida glifosato mesmo nas menores doses.

A clorose apresentada pelas plantas em estudo com o glifosato pode ser resultado da degeneração dos cloroplastos ou da inibição da formação de clorofila (Cole *et al.*, 1983; Campbell *et al.*, 1976) como verificado no presente trabalho correlações negativas das clorofilas com a biomassa seca, conseqüentemente por causa de algum efeito que estava ocorrendo nas atividades do complexo antena e dos fotossistemas I e II, como resultado também valores negativos no transporte de elétrons foram verificados. O acúmulo de elétrons acaba prejudicando o fluxo do seu transporte formando assim os oxigênios singletos ocasionando a extinção fotoquímica que é iniciada em função do aumento dos elétrons exportados do FSII (Konrad *et al.*, 2005).

Foi verificado no Baru que as clorofilas correlacionaram positivamente com o aumento de biomassa nos períodos de avaliação do 1 ao 21 DAA. Embora tenha sido observada visualmente sintomas de fitotoxicação da ação do glifosato no Baru, isso não alterou significativamente o seu crescimento. Este efeito inibitório não foi registrado nas mudas e levanta a hipótese de que esse herbicida apresenta mecanismo de seletividade para esta espécie.

Como visto no trabalho de Proto *et al.*, 2012 em que as plantas de Baru apresentaram menor sensibilidade ao herbicida glifosato, e mesmo apresentando danos nas folhas, as características fisiológicas demonstraram alta estabilidade (Proto *et al.*, 2012). Em plantas de baru, a menor intensidade dos efeitos provavelmente está relacionada com a maior espessura da camada de cera epicuticular nesta espécie (Varanda & Santos, 1996), que funcionou como a barreira no processo de absorção do herbicida.

Estudos ainda são necessários para elucidar a justificativa da tolerância da espécie a doses tão altas desse herbicida que se demonstrou danoso as outras espécies. Segundo Biosci *et al.*, (2013) em seu estudo verificou que a espécie *Kielmeyera lathrophyton* apresentou seletividade ao herbicida indicando que essa espécie não tem seu desenvolvimento comprometido pela aplicação do glifosato. Como no estudo de seletividade do glifosato realizado por Agostinetto *et al.*, (2010) em que se verificou a seletividade do herbicida a espécie de Pinhão Manso.

Os sintomas apresentados pela aplicação do glifosato nas mudas de Angico foram de murcha seguida da queda das folhas (Figura 7) semelhante ao trabalho realizado por de Duarte *et al.*, (2008) com a espécie *Anadenanthera macrocarpa* o angico vermelho sob diferentes doses de glifosato, assim como em um estudo realizado por Marchi *et al.*, (2018) com *Anadenanthera colubrina* o angico cubano, sendo ela a espécie de maior sensibilidade aos tratamentos com herbicidas utilizados isoxaflutole, pendimethalin e trifluralin.

A espécie Angico pode ser recomendada para o plantio em sistemas agrossilvipastoris em decorrência de seu amplo uso para o mercado consumidor. No entanto, condições adversas podem comprometer a viabilidade dessas mudas por serem extremamente sensíveis a mudanças (Nunes *et al.*, 2015), assim, todos os cuidados devem ser tomados no manejo da espécie em um sistema integrado que ocorra a aplicação do herbicida glifosato.

O glifosato gera inibição no desenvolvimento das mudas tanto das nativas quanto das exóticas, tendo como principal resposta a abscisão de folíolos e o retardamento no desenvolvimento em altura das plantas (Tuffi *et al.*, 2006). No presente estudo as correlações das variáveis dendrométricas (mensuração de altura e diâmetro) com a notas de fitotoxicação, demonstraram correlação negativa, ou seja, quanto menor os valores dendrométricos maior era os valores das notas, e quanto maior os valores das notas maior é o grau de fitotoxicação da planta.

Santos *et al.*, (2006), trabalhando com *Eucalyptus urophylla*, observaram que os herbicidas glifosato, triclopir e carfentrazone-ethyl, nas doses de 3, 6 e 12% das recomendadas, afetaram a altura e a massa de matéria seca da parte aérea. Assim, como pôde ser observado nas análises realizadas neste estudo, ao afetar o maquinário fotossintético consequentemente as plantas apresentaram menor acúmulo de biomassa e decrescimento em altura e do comprimento do sistema radicular. De acordo com Tuffi *et al.*, (2005) quanto maior a sensibilidade do material genético ao herbicida menor é o crescimento das plantas e menor é o acúmulo de massa seca quando em contato com o herbicida.

Conforme observado também por Yamashita *et al.*, (2009) na dose de 360 g ha⁻¹ de glifosato aos 28 DAA, causou clorose nas folhas de *Ceiba pentandra* e de *Schizolobium amazonicum*, além de redução na altura das plantas de ambas as espécies (Yamashita *et al.*, 2009), assim visto por Santos *et al.*, (2005) em que plantas do híbrido

Eucalyptus urophylla x *E. grandis*. submetidas a doses de glifosato apresentaram menor estatura (Santos *et al.*, 2005).

O glifosato age inibindo a enzima 5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS), com a catalise do penúltimo composto na cadeia da formação do shikimato (Gali *et al.*, 2005). Dessa forma, podendo inibir a eficiência fotossintética, o que pode explicar o efeito sobre as plantas tratadas com esse defensivo, como o Angico e dos clones de eucalipto.

Embora a espécie Baru tenha apresentado os mesmos sintomas de fitotoxicidade ao glifosato, ele foi a única espécie dentre as quatro desse estudo que teve a sobrevivência de todas as mudas em todos os tratamentos, e aos 64 DAA todas as plantas já apresentavam sinais de recuperação e rebrota. Diante destes resultados, o Baru se apresenta como uma espécie interessante a ser adotada em sistemas agrossilvipastoris em que o manejo de plantas daninhas nos entre renques seja realizado com glifosato. Já os clones de eucalipto demonstraram muita sensibilidade quando expostos ao herbicida sendo necessário muito cuidado em sua implantação.

Verificado os danos do glifosato, em contrapartida o herbicida mesotriona se apresentou seletivo com as quatro espécies estudadas ao apresentarem leves sintomas de fitotoxidez a partir do 8 DAA, porém não havendo alteração e nem retardamento no desenvolvimento das espécies no 80 DAA. Apesar do herbicida mesotriona atuar sobre o fotossistema, não foram observados efeitos danosos da ação do herbicida nas espécies. A mesotriona é classificada como herbicida seletivo com aplicação em pós-emergência, para o controle de folhas largas anuais e gramíneas na cultura do milho, esse herbicida atua sobre as plantas daninhas inibindo a biossíntese de carotenoides através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos (MAPA, 2004). Como verificado visualmente as plantas de Angico obtiveram apenas sintomas leves, no entanto apresentaram desenvolvimento normal em crescimento e em biomassa, sem nenhum efeito danoso da ação do herbicida.

O Angico obteve altos valores de flavonoide nos períodos de 7 ao 21 DAA. Flavonoides assim como as antocianinas desempenham um mecanismo de defesa nas plantas diante a estresse (Abdallah *et al.*, 2012). O índice de flavonoides na folha, estimado pelo índice de FLV, é classificado a partir das propriedades de absorção UV de flavonoides. (Abdallah *et al.*, 2012).

Na espécie do Baru foi verificado altos valores para os parâmetros de rendimentos quânticos fotoquímico como o PSIIo, Fv/Fm e o PhiPo. A relação Fv/Fm

representa o “quenching” fotoquímico da fotossíntese. Refere-se o quanto de energia interceptada pela folha é utilizada na etapa fotoquímica da fotossíntese, que pode ser destinada a correspondente assimilação de CO₂ (Ortíz *et al.*, 2004). Li *et al.*, (2004), em estudo com 99 espécies de plantas da Mongólia, verificaram valores médios normais de Fv/Fm em torno de 0,72. Corroborando com nenhum efeito danoso no seu aparato fotossintético do Baru o que correspondeu com o seu desenvolvimento normal nos pesos de biomassa e comprimento radicular e da parte aérea. Contudo apresentando apenas sintomas visuais leves. (Figura 8).

Os clones de eucalipto apresentaram crescimento da altura de parte aérea e da parte radicular regulares não se diferindo do tratamento controle, assim como o Eucalipto Urograndis apresentou diferença significativa ($p>0,05$) na altura da parte aérea sendo superior ao tratamento controle na dose 192 g e.a. ha⁻¹ (Figura 4 B).

Esse comportamento pode ser explicado pelo fenômeno denominado “hormesis”, que supõe que em doses muito baixas os herbicidas poderiam estar estimulando o crescimento das plantas. Erlich introduziu o termo “hormesis” em 1943, para descrever o fenômeno no qual substâncias que são tóxicas em doses elevadas podem ser benéficas em doses baixas (Calabrese *et al.*, 2005). Os clones apresentando apenas sintomas visuais leves de fitotoxicação no 4 DAA ao 32 DAA para o Urograndis e do 4 DAA ao 64 DAA para o Urocam, sintomas esses não influenciaram no desenvolvimento da planta.

Tais características do herbicida mesotriona as espécies de estudo demonstram sua recomendação para uso em sistemas agrossilvipastoris, não causando interferências no desenvolvimento das espécies arbóreas nas mesmas condições do ambiente estudado. O risco de perdas de produtividade caso haja intoxicação via deriva é menor para o herbicida mesotriona comparando com o glifosato.

5. CONCLUSÃO

Diante do trabalho realizado o herbicida mesotriona pode ser recomendado para as espécies de Angico, Baru, Urograndis e Urocam em sistemas agrossilvipastoris.

Somente para a espécie Baru o herbicida glifosato apresentou seletividade podendo esse herbicida ser utilizado em sistemas agrossilvipastoris que o tenha como espécie arbórea.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. J. G.; LIMA, D.; CURTO R. A.; SILVA, E. V., ARTHUR JUNIOR, J. C. **Space pattern of forest species and its relationship with Agricultural factors agroflorestal system.** FLORESTA, Curitiba, PR, v. 49, n. 2, p. 335-344, abr/jun 2019.

ANDRADE, C. M. S.; Garcia R.; Couto L.; Pereira, O. G. **Fatores Limitantes ao Crescimento do Capim-Tanzânia em um Sistema Agrossilvipastoril com Eucalipto, na Região dos Cerrados de Minas Gerais.** Rev. Bras. Zootec. vol.30 no.4 Viçosa July/Aug. 2001.

AGOSTINETTO, D.; Tarouco, C.P.; Markus, C.; Oliveira, E.; Silva, J. M. B. V. ; Tironi, S. P. **Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 585-598, jul./set. 2010.

CEROVIC, Z. G.; MASDOUMIER, G.; GHOZLEN, N. B.; LATOUCHE, G.; A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids. **Physiologia Plantarum**, v. 146, n. 3, p. 251-260, 2012.

COLE, D.; Pallet, K.; Rodgers, M. **Dicovering new modes of action for herbicides and the impact of genomics.** Pesticide Outlook, v.11, p.223-229, 2000.

DAN, H. A.; OLIVEIRA, R. S. J.; CONSTANTIN, J.; DAN, L. G. M.; BRAZ, G. B. P.; BALBINO, E. SOUSA, F. G.; REIS R. H. P. **Controle de plantas daninhas em sistemas de cultivo consorciados.** Revista Brasileira de Herbicidas, v.11, n.1, p.108-118, jan./abr. 2012

DEISSÃO, L.; MORAES, A.; PELISSARI A.; PORFÍRIO-DA-SILVA V.; SCHUSTER MZ. **Banco de Sementes de Plantas Daninhas em Sistema Agroflorestal com Eucaliptos no Subtropical Brasileiro.** Planta daninha vol.36 Viçosa 2018 Epub 28 de maio de 2018.

DUARTE, N. F.; KARAM, D.; SÁ, N.; CRUZ, M. B.; SCOTTI, M. R. M. **Seletividade de herbicidas sobre *Myracrodruon urundeuva*.** Planta Daninha, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 329-337, 2006.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL (EWRC) **Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC Committee of Methods in Weed Research.** Weed Research, v. 4, p. 88, 1964.

FERREIRA, E. A.; MATOS, C.C.; BARBOSA, E.A.; SILVA, D.V.;SANTOS, J.B.; PEREIRA, G.A.M. **Cassava physiological responses to the application of herbicides.** Ciências Agrárias, Londrina, v.36, n.2, p.645-656, mar./abr. 2015.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Glifosato: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura.** Monsanto do Brasil. ACADCOM Gráfica e Editora Ltda. 67 p., 2005.

GRAVENA, R.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C.; MAZZAFERA, P.; GRAVENA, A. R. **Glyphosate has low toxicity to citrus plants growing in the field.** Canadian Journal of Plant Science, v.92, p.119-127, 2012.

IQBAL, J.; RAUF, HA.; SHAH, UM.; SHAHZAD, B.; BUKHARI, MA. **Efeitos Alelopáticos da Serapilheira de Pau-Rosa, Goiabeira, Eucalipto, Figueira e Jamelão sem Crescimento e Rendimento de Trigo (*Triticum aestivum* L.) em Um Sistema Agroflorestal Total no Cultivo de Trigo.** Planta daninha vol.35 Viçosa 2017 Epub Set 04, 2017.

INOUE, M.H.; PEREIRA, K.M.; MENDES, K.F.; SANTOS, E.G.; DALLACORT, R. POSSAMAI, A.C.S.; **Seletividade de Herbicidas para Pinhão Manso em Condições de casa de Vegetação e Campo.** Uberlândia, v.30, supplement p.2, 2014.

LI,Y.G.; LI, L.H.; JIANG,G.M.; NIU, S. L.; LIU, M.Z.; GAO, L.M.; PENG, Y.; JIANG, C.D. **Traits of chlorophyll fluorescence in 99 plants species from the sparseelm grassland in Hunshandak Sandland.** Photosynthetica, v.2, p.243-249, 2004.

KONRAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. **Trocas gasosa e Fluorescência da Clorofila em seis Cultivares de Cafeeiro sob Estresse de Alumínio.** Bragantia, Campinas, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

KOVINICH, N.; KAYANJA, G.; CHANOCA, A.; RIEDL, K.; OTEGUI, M.S.; GROTEOLDE, E. **Nem todas as antocianinas nascem iguais: Padrões distintos induzidos pelo estresse em Arabidopsis.**v.240, ed.5, p.931-940, 2014.

KRAUSE, G. H.; WINTER, K. **Photoinhibition of photosynthesis in plants growing in natural tropical forest gaps: a chlorophyll fluorescence study.** Botanica Acta, v. 109, n. 6, p. 456-462, 1996

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. **Chlorophyll fluorescence – a practical guide.** Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 51, n. 345, p. 659-668, 2000.

MINOGUE, P.J.; OSIEC, A.; LAUER, D.K.; **Selective herbicides for establishment of *Eucalyptus benthamii* plantations.** New Forests, 2018.

MENDES, M. M. S.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, A. C. R.; FERNANDES, F. E.P.; OLIVEIRA, T. S. **Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril.** Revista Pesquisa. agropec. brasileira., Brasília, v.48, n.10, p.1342-1350, out. 2013.

MARCHI, S.R.; MARQUES, R.F.; ARAÚJO, P.P.S.; MARQUES, A.S.M.; SOUZA, R.M. **Ação de herbicidas pré-emergentes no estabelecimento inicial de plântulas de espécies nativas do Cerrado.** Revista Brasileira de Herbicidas., v.17, n.4, e 612, out./dez. 2018.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Características do Herbicida Mesotrione na Cultura do Milho.** Circular Técnica, Sete Lagoas, MG, jun. 2004.

PAULA, P. D.; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A. S.; RESENDE, A. S. **Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 791-800, jul.-set., 2015.

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; PROCÓPIO, S. O.; CARGNELUTTI, A. F.; VOLFF, M. R. **Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária.** Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 3, p. 855-864, jul/set. 2011.

PROTO, K.S.S. **Efeito do Glifosato nas características Morfo-Fisiológicas de duas Espécies Nativas do Cerrado.** Diss. Instituto Federal Goiano, 2012.

SANTOS, L. D. T.; 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 de glyphosate.** Planta Daninha, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.

STRASSER, R.J., A. SRIVASTAVA AND M. TSIMILLI-MICHAEL. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples, pp. 445–483. *In* M. Yunus, U. Pathre and P. Mohanty (eds.). **Probing Photosynthesis: Mechanism, Regulation and Adaptation.** Taylor and Francis. New York, NY, USA, 2000.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. **Intoxicação de eucalipto submetido à deriva simulada de diferentes herbicidas.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 521-526, 2006.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. **Morphological responses of different eucalypt clones submitted to glyphosate drift.** Environmental and Experimental Botany, v.59, n.1, p.11-20, 2007.

VARANDA, E.M.; SANTOS, D.Y.A.C. **Ceras epiculares de espécies congêneres da mata e do cerrado.** Acta Botânica Brasilica, v.10, p. 51-58, 1996.

VELINI, E. D; MESCHEDÉ, D. K; CARBONARI, C.A; TRINDADE, M .L. B. **Glyphosate.** 1.ed. Botucatu, FEPAF 496p. 2009.

YAMASHITA, O.M.; BETONI, R., GUIMARÃES, S.C., ESPINOSA, M.M. **Influência de glifosato e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais.** Ciência Florestal, Piracicaba, v.37, n.84, p.359-366, 2009.

ZOBIOLE L. H.S. ; KREMER, R. J.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J. **Glyphosate affects chlorophyll, nodulation and nutrient accumulation of “second generation” glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.).** Pesticide Biochemistry and Physiology, v.99, p.53-60, 2011.

CAPÍTULO II

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS E EXÓTICAS EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL

RESUMO

ABREU, K M. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, dezembro de 2019. **Efeito de herbicidas no desenvolvimento inicial em espécies florestais nativas e exóticas em sistema agrossilvipastoril.** Orientadora: Darliane de Castro Santos. Orientadores: Francine Neves Calil e João Paulo Pennachi.

O sistema agrossilvipastoril é caracterizado como um consórcio ou sucessão de elementos agrícolas, pecuários e florestais. Essa diversificação garante um sistema de produção mais sustentável, com otimização dos recursos e intensificação do uso da terra. Contudo vem apresentando certas dúvidas ao produtor rural com relação ao seu manejo, e uma delas é com relação à época de aplicação de herbicidas nas espécies agrícolas de modo que não prejudique as espécies florestais. Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de duas espécies arbóreas nativas sendo o Baru (*Dypterix alata* (Vogel)), e o Angico (*Anadenathera colubrina* (Vel)) e de um clone de Eucalipto i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*) em sistema agrossilvipastoril sob aplicação de herbicidas glifosato e mesotona. O trabalho foi conduzido na Fazenda Escola do Instituto Federal Goiano no município de Iporá, onde foi avaliado o estabelecimento inicial das mudas e analisada sua tolerância ao efeito de deriva dos herbicidas em campo, através de análises de intoxicação e dendrométricas. Utilizando manejo adequado de pulverização dos herbicidas glifosato e mesotriona com o uso de bicos grossos, não provocou efeito de deriva em nenhuma das três espécies estudadas, apresentando crescimento em altura e diâmetros normais sem afetar o desenvolvimento.

Palavras-chave: *Anadenathera colubrina*. *Dypterix alata*. Defensivo químico. Eucalipto. Milho. Sistemas de Produção. Soja.

ABSTRACT

ABREU, K M. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, dezembro de 2019. **Herbicides effect on early development in native and exotic forest species in an agrosilvipastoral system.** Advisor: Darliane do Castro Santos. Co-advisors: Francine Neves Calil and João Paulo Pennacchi

Agrosilvipastoral system also known as Integrated crop-livestock-forest systems (CLFS) is characterized as a consortium or succession of crops, livestock and forest components. This diversification ensures a more sustainable system, with the resource optimization and intensification of land use. However, the rural producer still has some doubts related to management, mainly related to herbicide application time on agricultural species for not prejudice forest species. This study had as objective to evaluate early growth of two native tree species: (*Dypterix alata*), known as Baru in Brazil and *Anadenanthera* sp., known as Angico in Brazil; and two Eucalypts clones: I144 (*E. urophylla* x *E. grandis*), and VM01 (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*) in a agrosilvipastoral system under herbicides application. The study was conducted at “Fazenda Escola” of Instituto Federal Goiano (Iporá/Goiás/Brazil), where the early seedlings establishment was analyzed and their tolerance to herbicides drift in the field, through intoxication analysis and the measurement of height and diameter at breast height. Agrosilvipastoral system implementation, following the correct herbicides management (glyphosate and mesotrione) pulverization, did not show any drift effect in none of the four tree species. The seedlings of baru, angico and eucalypts can be implanted in agrosilvipastoral system, using suitable herbicide application, with no interference in the seedling development.

Key words: *Anadenanthera* sp. *Dypterix alata*. Chemical defensive. Eucalyptus. Production sytems. Soybean.

1. INTRODUÇÃO

Os modelos de produções agropecuárias que predominam nas propriedades rurais brasileiras vêm mostrando sinais de saturação, pela elevada demanda por energia e alimento aliado às exigências ambientais (Freitas *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013). Como exemplo está o manejo inadequado dos rebanhos que demonstra a baixa sustentabilidade da pecuária atual, que está entre as principais causas de degradação de áreas de pastagens das diferentes regiões brasileiras (Balbino *et al.*, 2011).

Assim, houve direcionamento tecnológico aos sistemas integrados de produção, consorciando plantios de árvores, criação de animais e agricultura em uma mesma área. Dentre as modalidades de sistemas integrados o sistema agrosilvilpastoril, tornou-se uma excelente alternativa de renda e uma adequada prática ambiental, por reabilitar áreas de produção agrícola degradada e ainda gerar um retorno econômico ao produtor rural, podendo ser um diferencial competitivo ao agronegócio brasileiro (Santos *et al.*, 2014).

As espécies arbóreas nos sistemas de produção integrados vêm contribuindo com inúmeros fatores, desde a reabilitação de áreas degradadas, melhoria da fertilidade do solo e geração de alternativas de renda para o produtor rural, sejam elas espécies nativas ou exóticas. Porém, ainda existe grande gargalo no manejo da implantação dessas espécies em sistemas agrossilvipastoris, sendo ele os possíveis efeitos do controle de plantas daninhas nas culturas agrícolas e como esse manejo pode afetar as espécies arbóreas (Minogue *et al.*, 2018).

Considerando que o controle de plantas daninhas é uma das atividades de maior importância para o sucesso da produção, torna-se necessário a implantação de métodos eficientes. A aplicação de herbicidas em condições inadequadas, tais como horário, presença de ventos e altura da barra de pulverização podem provocar problemas relacionados com a deriva, atingindo culturas vizinhas. Assim, a deriva apresenta-se como um fator de importância no momento em que os herbicidas atingem culturas não alvo, provocando fitointoxicação e sérios prejuízos às espécies e ao meio ambiente. (Yamashita *et al.*, 2005).

Contudo os produtores rurais têm perdido parte do período chuvoso para implantação das árvores por receio em colocar suas mudas em campo e fazer em conjunto o controle químico de espécies daninhas das culturas agrícolas. Sendo assim,

eles aguardam a última aplicação de herbicidas nas culturas agrícolas para só depois implantarem as árvores. (Lopes *et al.*, 2010; Felipe *et al.*, 2016).

Os sistemas integrados envolvem diversos aspectos que devem ser elucidados e que passam a contribuir para melhorar a eficiência do seu desenvolvimento, assim como um manejo mais adequado no uso de defensivos químicos para o controle de plantas daninhas. Estudos nessa área ainda são bastante incipientes, tanto para espécies que possuem um número considerável de pesquisas sobre o seu manejo, a exemplo do eucalipto, como para espécies nativas (Kichel *et al.*, 2014; Franca *et al.* 2017). Sendo assim, objetiva-se analisar o efeito de deriva de herbicidas no desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas e exóticas em um sistema agrossilvipastoril.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O presente trabalho foi implantado na Fazenda Escola do Instituto Federal Goiano no município de Iporá, Goiás. Localizado entre os paralelos 16°16'00" e 16°39'20" de latitude sul, o clima do município de acordo com a classificação de Koopen se enquadra como sendo Tropical Semiúmido, já o sistema classificador de Thornthwaite utilizado por Alves & Specian (2008) indica que o clima de Iporá é úmido com moderado déficit pluviométrico no inverno e grande excesso no verão, apresentando uma pluviosidade média anual de 1.617 mm.

Na área em que o sistema agrossilvipastoril foi implantado, foi cultivada soja na safra de 2016/2017 e sobressemeada com pastagem no período de entressafra. Na safra de 2017/2018 foi realizado plantio triplo com milho e duas forrageiras para produção de silagem. Após o cultivo para silagem, a área foi usada no período de safrinha e entre safra para pastejo com a finalidade de produção de carne. Na safra anterior à implantação do experimento a área encontrava-se em pousio com capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés).

A caracterização química do solo amostrado antes da instalação do experimento, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, está descrita na Tabela 1.

Tabela 1 Características químicas do solo antes da instalação do experimento.

Propriedades												
Ph	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	----- (cmol dm ⁻³) -----						V%	(%)		
CaCl ₂	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	SB	Silte	Areia	Argila
4,50	10,14	1,2	0,22	0,88	0,28	0,2	4,12	5,50	26,4	25,0	29,8	44,8

M.O. = Matéria orgânica; V% = saturação de bases; SB = Soma de bases.

2.2 Espécies utilizadas

As espécies arbóreas nativas plantadas foram: *Dypterix alata* Vogé (Baru), e *Anadenathera colubrina* Vel (Angico) as mesmas tinham 3 meses quando foram plantadas no sistema com altura média de 0,50 m para o Angico e 0,25 m para o Baru. A espécie exótica plantada foi o clone de Eucalipto: Eucalipto Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*) o clone também tinha 3 meses quando foi para campo apresentando altura média de 0,30 m. Foram utilizados dois tipos de espaçamento em função da recomendação para cada espécie arbórea, o clone de Eucalipto foi plantado com espaçamento de 2 m x 10 m (densidade de 500 plantas ha⁻¹) e as arbóreas nativas com o espaçamento de 3 m x 10 m (densidade de 333 plantas ha⁻¹). Esse maior espaçamento entre as espécies nativas escolhidas é por causa da arquitetura frondosas das suas copas.

A área experimental foi dividida ao meio para a semeadura de dois sistemas agrícolas diferentes para que assim fosse possível avaliar o efeito de dois herbicidas no componente arbóreo.

As espécies agrícolas utilizadas nesse sistema agrosilvipastoril foram: o milho (*Zea mays* L.) em consórcio com o capim-Quênia (*Panicum maximum* cv. BRS Quênia), com densidade de 66 mil plantas de milho por hectare com 7 kg de sementes da forrageira. e a soja (*Glycine max* L. Merrill) com densidade de 360 mil plantas por hectare com espaçamento de 0,50 m com posterior sobressemeadura de capim-Quênia no estádio R5.5.

Antes da aplicação dos herbicidas foram colocados papéis sensíveis ao lado de oito mudas de cada espécie arbórea visando verificar deriva dos herbicidas nas mudas das árvores.

2.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso (DBC), disposto em um esquema fatorial de 3 x 2, sendo três espécies arbóreas e dois tipos de herbicidas totalizando seis tratamentos com quatro repetições cada. Para os tratamentos com eucalipto cada repetição foi composta por 15 árvores, já para as espécies nativas, cada repetição foi composta de 10 árvores. Esse diferente número de árvores por repetição entre as espécies nativas e exóticas é em virtude do diferente espaçamento de plantio entre as árvores. A área total do experimento em campo é de 9.600 m², totalizando 280 plantas florestais (Figura 1).

O plantio das arbóreas foi realizado dia 26 de outubro de 2018. Para o plantio foi realizado aplicação de calcário em área total 2500 kg/ha, 150 gramas de MAP por cova, sendo que todas as mudas tanto as nativas quanto as exóticas foram tratadas com cupinicida e fungicida durante o plantio.

Os herbicidas utilizados foram o glifosato e a mesotriona a data de aplicação foi 27 de novembro de 2018, sendo utilizadas doses comerciais dos herbicidas no sistema, para o glifosato (3 L ha⁻¹) e para a mesotriona (0,3 L ha⁻¹). O glifosato foi escolhido objetivando testar um sistema no qual as mudas de árvores sejam implantadas com a cultura da soja. Já o herbicida mesotriona foi escolhido objetivando testar um sistema com milho consorciado com capim.

2.4 Variáveis avaliadas

Para a aplicação dos herbicidas foi utilizado uma barra acoplada ao trator com bicos de indução de ar em leque simples 110-0,15 com gota extremamente grossa XC, com pressão 3 bar vazão de 140 L ha⁻¹. No momento da aplicação as condições climáticas eram: velocidade média do ar 1,7 km/h⁻¹, temperatura média de 29,4°C, e umidade relativa de 55%.

Foram realizadas avaliações com o objetivo de verificar se ocorreu efeito de deriva dos herbicidas aplicados nas culturas agrícolas nas espécies arbóreas. As variáveis analisadas nas espécies arbóreas foram:

a) dados dendrométricos: altura (medida a partir do colo das mudas e estendendo até o ápice da última folha completamente expandida) e diâmetro de caule (medida na altura do colo das plantas com o auxílio de um paquímetro). Essas avaliações foram realizadas mensalmente entre os meses de outubro de 2018 a abril de 2019 e

posteriormente uma avaliação final no mês de outubro de 2019 quando as plantas completaram 1 ano de implantação.

b)diagnose visual de fitotoxidez no 7º, 14º, 21º e no 28º (04/12/2018, 11/12/2018, 18/12/2018, 25/12/2018, respectivamente) dia após a aplicação dos herbicidas (DAA) sendo os danos registrados por fotos e determinados por meio da escala de notas, em que: 1 - ausência de sintomas; 2 - Sintomas de toxicidade muito leves; 3 -Sintomas de toxicidade leves; 4 - Sintomas de toxicidade considerados moderados; 5 Sintomas classificados como duvidosos; 6 - Sintomas que aparenta causar toxicidade forte; 7 - Toxicidade forte; 8 - Toxicidade muito forte; 9 - Morte das plantas (EWRC, 1964).

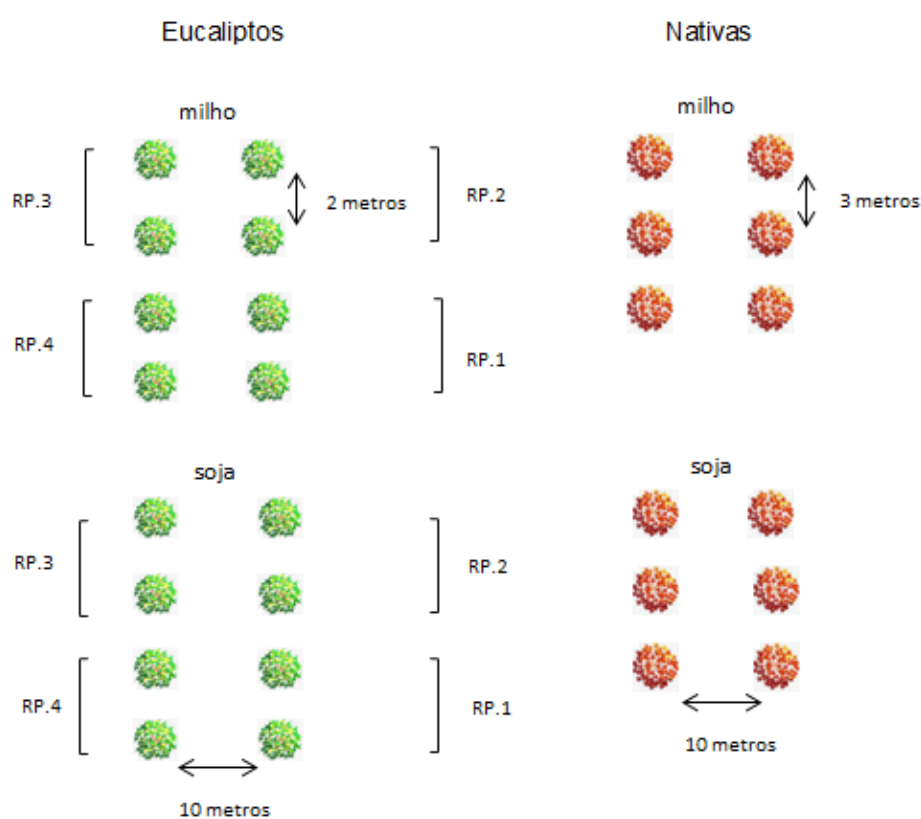


Figura 1 – Croqui esquemático da distribuição das parcelas no experimento em campo.

2.5 Análise de dados

O software R, versão 3.6.1 foi utilizado para a análise de dados apresentada neste estudo. Para as análises dos dados dendrométricos foram utilizados os pacotes “ggplot2” e “tidyverse” para a estimativa do erro padrão das médias com 95 % de

confiança. Já para a análise estatística foi utilizada a função “geom_sooth” do pacote “ggplot2”. O nível de significância considerado foi de 0,05.

3. Resultados e Discussão

3.1 Dados dendrométricos

Como pode ser observado na figura 2 espécies Angico e Urograndis tiveram maior desenvolvimento em altura no tratamento com aplicação do herbicida mesotriona, já a espécie Baru não houve diferença significativa ($p>0,05$) no seu crescimento em altura entre os herbicidas, como demonstra a sobreposição das médias.

O mesmo resultado pode ser observado para o crescimento em diâmetro das espécies Angico e Urograndis (Figura 3), e o crescimento em diâmetro sobressaiu no tratamento com mesotriona, e o Baru não apresentando diferença significativa ($p>0,05$) entre os herbicidas.

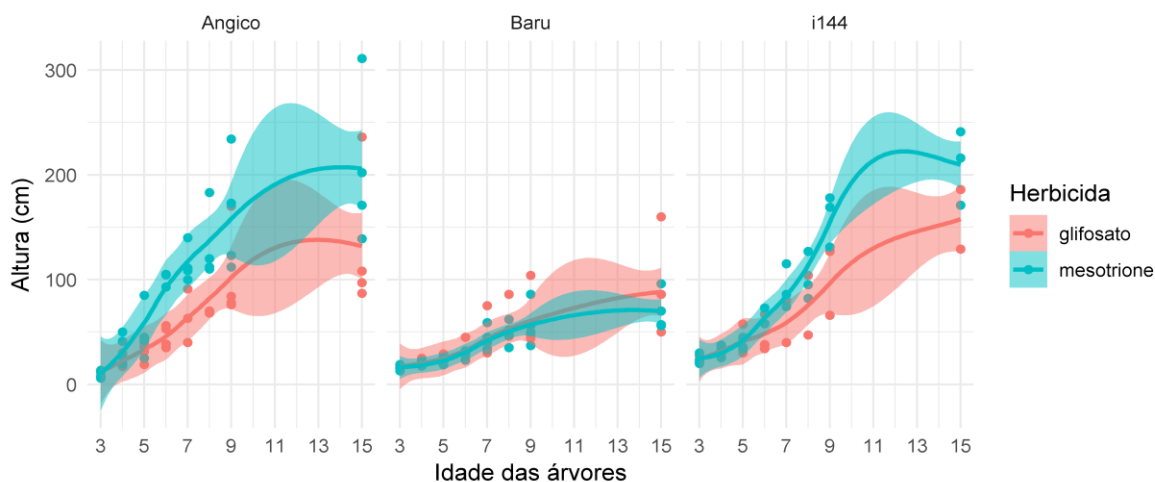


Figura 2. Médias de altura das plantas de (A- *Anadenathera colubrina* (Angico), B-*Dypterix alata* Vogé (Baru) C-Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*)), nos tratamentos com glifosato e mesotriona.

*Idade das árvores em meses; Avaliações realizadas mensalmente entre os meses de outubro de 2018 a abril de 2019 e posteriormente uma avaliação final no mês de outubro de 2019 quando as plantas completaram 1 ano de implantação (15 meses de idade).

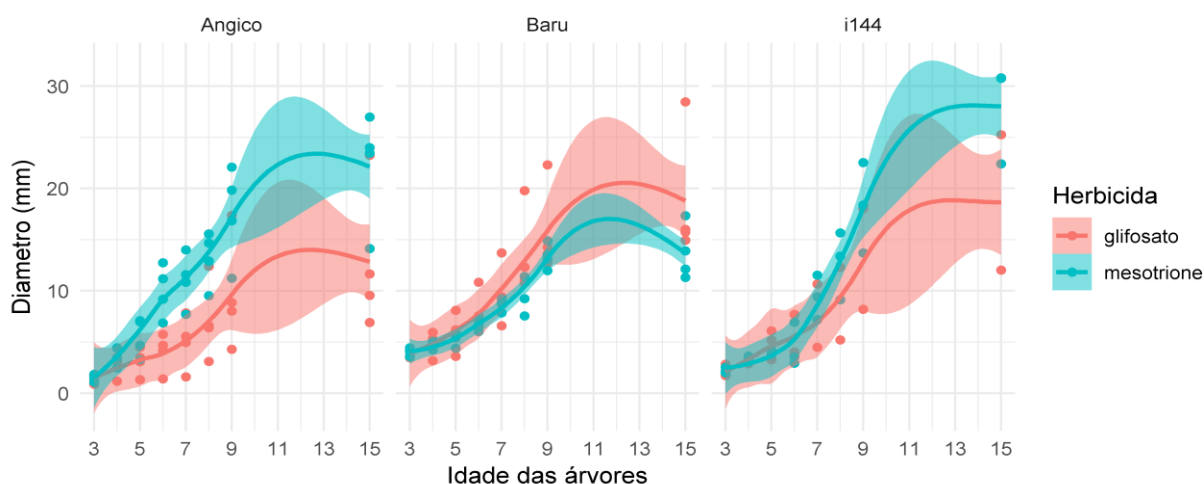


Figura 3. Médias de diâmetro das plantas de (A- *Anadenathera colubrina* (Angico), B-*Dypterix alata* Vogé (Baru) C-Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*)), nos tratamentos com glifosato e mesotrione.

*Idade das árvores em meses; Avaliações realizadas mensalmente entre os meses de outubro de 2018 a abril de 2019 e posteriormente uma avaliação final no mês de outubro de 2019 quando as plantas completaram 1 ano de implantação (15 meses de idade).

O maior desenvolvimento das mudas de Angico e o Urograndis no tratamento com o herbicida mesotrione pode ser explicado porque essas mudas foram plantadas juntamente com o consórcio de milho e a forrageira capim-Quênia. Durante o experimento o milho pode ter proporcionado um microclima favorável para o desenvolvimento das mudas florestais. O milho e a forrageira por terem se desenvolvido mais rápido podem ter proporcionado sombra as mudas nos horários mais quentes do dia, assim com maior umidade e proteção de ressecamento das mudas pelo vento. Como Iporá é um município que apresenta altas temperaturas uma média máxima de 34°C (Weather Spark, 2019), essa característica do consórcio milho com capim-Quênia pode ter beneficiado a implantação das mudas em sistema agrossilvipastoril. No caso do Baru, esse microclima não teve interferência, e mostra essa espécie arbórea mais adaptada às condições de elevadas temperaturas de Iporá.

Na natureza os fatores ambientais exercem grande influência no desenvolvimento dos plantios florestais apresentando forte dependência das disponibilidades hídricas e energéticas do meio ambiente. A temperatura, radiação solar e disponibilidade de água podem ocasionar estresse em uma planta em resposta a esses estresses elas alteram seus processos fisiológicos e morfológicos, influenciando a sua capacidade de tolerar as condições adversas do meio (Schwider *et al.*, 2013). Com isso, a produção de biomassa é prejudicada tanto no crescimento inicial das plantas como

também nos estádios mais tardios, limitando o crescimento dos ramos, o crescimento do caule, o número de folhas e a área foliar (Schwider *et al.*, 2013).

Diante disso alguns estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar efeitos dos fatores ambientais sobre a produção de biomassa em florestas plantadas de eucalipto (Lane, 2004; Xavier *et al.*, 2010; Schider *et al.*, 2013). Assim, de acordo com Xavier *et al.*, (2010), os plantios de eucalipto são realizados em locais com alta demanda atmosférica e com índices de precipitação anual reduzidos e irregulares, que compromete o sucesso do povoamento e a produtividade (Xavier *et al.*, 2010).

Portanto, fazem-se necessários mais estudos em sistemas integrados com relação aos microclimas proporcionados as espécies florestais, que visem buscar respostas quanto à resistência dessas espécies implantados nessas condições, visando o sucesso do sistema.

3.2 Fitotoxicidade

Na tabela 2 estão apresentados os níveis de fitointoxicação do Angico, Baru, e Urograndis em relação aos dois herbicidas aplicados (glifosato e mesotriona) e as épocas de avaliações.

Como pode ser observado na tabela 2 e na figura 4 as plantas em estudo tanto as nativas quanto o eucalipto não apresentaram nenhum efeito de deriva de ambos os herbicidas pelas análises visuais de fitotoxicação realizadas. No presente estudo também foram inseridos papeis sensíveis ao lado de algumas mudas durante a aplicação dos herbicidas, e não foi registrado o efeito de deriva.

O uso de papeis sensíveis é uma das formas de avaliar a cobertura proporcionada por uma aplicação é pelo uso do cartão de papel hidrossensível, que mostra a quantidade e a característica das gotas depositadas. Uma das principais característica dos cartões de papel hidrossensível são papéis semirrígidos, com uma camada composta de azul de bromofenol, refletindo a cor amarela, que se torna azul quando em contato com a água, pela mudança de pH de 2,8 para 4 (Nascimento *et al.*, 2013). Dessa forma, possibilita que as gotas pulverizadas que o atingem causam manchas no mesmo, podendo ser contado visualmente as gotas contidas em espaço determinado, por exemplo, 1 cm² (Nascimento *et a.*, 2013).

Tabela 2 – Médias das notas dos níveis de fitointoxicação das plantas de *Anadenathera colubrina* (Angico), *Dypterix alata* Vogé (Baru) Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*), nos tratamentos com glifosato e mesotriona em função da época de avaliação.

Espécie	Herbicida	Litros ha ⁻¹	Avaliações dias após a aplicação (DAA)			
			7°	14°	21°	28°
Angico	Glifosato	3,0	1,00	1,00	1,00	1,00
	Mesotriona	0,3	1,06	1,00	1,00	1,00
Baru	Glifosato	3,0	1,00	1,00	1,00	1,00
	Mesotriona	0,3	1,25	1,00	1,00	1,00
i144	Glifosato	3,0	1,00	1,00	1,00	1,00
	Mesotriona	0,3	1,00	1,00	1,00	1,00

	Notas de Fitotoxidade*	Conceito
	1	Ausência de sintomas
	2	Sintomas de toxicidade muito leves
	3	Sintomas de toxicidade leves
	4	Sintomas de toxicidade considerados moderados
	5	Sintomas classificados como duvidosos
	6	Sintomas que aparenta causar toxicidade forte
	7	Toxicidade forte
	8	Toxicidade muito forte
	9	Morte das plantas

*Escala conforme metodologia de EWRC (1964)

O sintoma mais comum do herbicida mesotriona nas plantas é o embranquecimento das folhas pois a mesotriona atua na inibição da biossíntese de carotenoides através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos, demonstrando assim, sintomas de embranquecimento das folhas pela falta de pigmentação (MAPA, 2004).

Ainda são incipientes estudos com o herbicida mesotriona em espécies arbóreas, necessitando de mais pesquisas na área para a recomendação desse herbicida em sistemas integrados de produção. Já o herbicida glifosato também não apresentou nenhum tipo de sintomas nas mudas, como visto por Christoffoletti *et al.*, (1998) ao aplicar glifosato para o controle de plantas daninhas em um plantio com mudas de *Pinus taeda*, não observaram nenhum sintoma aparente de injúria nas plantas, até mesmo na primeira observação aos 33 DAA.

Resultados contrários foram relatados por Gusmão et al, (2011) em que as plantas arbóreas de *Genipa americana* apresentaram elevados sintomas de injúrias como cloroses e necroses, em função da deriva do glifosato, durante o período de avaliação, constatando redução no crescimento em altura das plantas jovens após 120 DAA. Como também relatado em trabalhos com espécies florestais sob deriva desse produto (Tuffi santos *et al.*, 2005; Tuffi santos *et al.*, 2006; Tuffi santos *et al.*, 2007; Yamashita *et al.*, 2006; Yamashita *et al.*, 2009) apresentando sintomas de clorose e senescência das folhas.



Figura 4. Análise visual de fitotoxicação das mudas de **A-**(Angico); **B-***Dypterix alata* Vogé (Baru); **C-**Urograndis-i144 (*E. urophylla* x *E. grandis*); com a aplicação dos herbicidas glifosato (3 l/ha) e mesotriona (0,3 l/ha), nos períodos de 7°, 14°, 21°, 28° (04/12/2018, 11/12/2018, 18/12/2018, 25/12/2018 respectivamente após a aplicação.

Visto que a deriva de herbicidas pode provocar danos às plantas, causando atraso no desenvolvimento ou até mesmo a morte de alguns indivíduos tal fato poderia ser limitante ao sucesso da implantação dos sistemas integrados. Contudo diante destes resultados, pelo motivo do glifosato não ser seletivo para as espécies florestais, torna-se necessária a aplicação dos herbicidas com bicos com gota extremamente grossa em locais que tiverem características semelhantes a área em que foi realizado o presente estudo, pois, com esse tipo de aplicação não houve efeito dos herbicidas nas mudas arbóreas. Gotas muito grandes, por causa de seu peso próprio, atingem o solo por escorrimento e as pequenas possuem menor massa de líquido, podendo evaporar em condições de baixa umidade relativa, ou serem carreadas pelo vento, provocando a perda de produto por deriva, e atingindo as plantas não alvo o que não é desejado que ocorra durante a pulverização (Costa *et al.*, 2009).

A aplicação de defensivos é uma parte bem expressiva dos custos de produção, então tem-se a necessidade que a mesma seja muito bem manejada, visando a uniformidade da aplicação, de modo a melhorar a proteção da lavoura, evitando o desperdício de defensivos e poluição do meio ambiente por deriva. Para uma boa uniformidade de gotas em uma aplicação, é necessária a correta escolha da ponta a ser utilizada e o volume de calda ideal a ser utilizado, para cada tipo de aplicação a se efetuar (Antuniassi e Boller, 2011). Conforme Costa *et al.*, (2009) as pontas são os elementos mais importantes de um pulverizador, pois a taxa de aplicação, e o tamanho de gotas dependem diretamente do tipo de ponta utilizada.

Assim, como abordado neste estudo uma adequada aplicação direcionada ao sistema de destino, leva a menores possibilidades de perda do produto por deriva, visto que não interferiu no desenvolvimento das espécies arbóreas e com esse tipo de manejo é possível a implantação em conjunto de espécies agrícolas com florestais no sistema agrossilvipastoril.

4. CONCLUSÃO

A implantação de Angico e Urograndis em sistemas agrossilvipastoris em regiões edafoclimáticas semelhantes a este estudo é recomendada com o uso de milho consorciado com forrageiras nos entre renques arbóreas. Já para o Baru, a implantação pode ser realizada tanto com milho consorciado com forrageiras ou com soja nos entre renques arbóreas.

Diante do trabalho apresentado pode-se concluir que sob técnicas de aplicação de herbicidas adequadas com o uso de bicos de pulverização que formam gotas grossas não há ocorrência do efeito de deriva nas espécies florestais em fase de implantação de um sistema agrossilvipastoril.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. D. L.; SPECIAN, Valdir. Caracterização do Balanço Hídrico e Clima do Município de Iporá (GO). In: 1º **Encontro de Divulgação da Produção Científica do Oeste de Goiás**. p. 1 – 22. Disponível em meio digital (CD Room), 2008.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011.

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

COSTA, M. F. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. 2009.

CHRISTOFOLLETI, P.J. **Controle de plantas daninhas em Pinus taeda através do herbicida Imazapyr**. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, n.187, p.1-13, 1998.

GUSMÃO, G.A; NETO, R.M.R.; YAMASHITA, O.M. Deriva simulada de glifosato em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana L.*). Revista Brasileira de Herbicidas, v.10, n.1,p.13-19, 2011

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL (EWRC) **Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC Committee of Methods in Weed Research**. Weed Research, v. 4, p. 88, 1964.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; FRIGOTTO, T.; ALBUQUERQUE, J. A.; MOTA, C. S.; PEREIRA, M. O. **Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de Eucalyptus Benthamii Submetidas a diferentes frequências de irrigação**. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 46, n. 2, p. 2152-25, abr. / jun. 2016.

FREITAS, E.C.S.; NETO, S.N.O.; FONSECA, D.M.; SANTOS, M.V.; LEITE, H.G.; MACHADO, V.D. **Deposição de Serrapilheira e Nutrientes no Solo em Sistema Agrossilvipastoril com Eucalipto e Acácia**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.409-417, 2013.

FRANCA, T. J. F.; SILVA, J. R. **O sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no estado de São Paulo**. Informações Econômicas, SP, v. 47, n. 1, jan./mar., 2017.

LANE, P.N.J. **Water balance os tropical eucalipto plantations in South-esastern China**. Agricultural and Forest Meteorology, 2004.

LOPES, L. W.; SILVA, M. R.; SAAD, . C. C.; ANGELICO, T. S. **Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de Eucalyptus urograndis produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 217-224, abr.-jun., 2010.

Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Características do Herbicida Mesotrione na Cultura do Milho**. Circular Técnico, Sete Lagoas, MG Junho, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/488677/1/Circ52.pdf>_Acesso em agosto de 2018.

MINOGUE, P.J.; OSIEC, A.; LAUER, D.K.; **Selective herbicides for establishment of Eucalyptus benthamii plantations**. New Forests, 2018.

NASCIMENTO, A.B.; OLIVEIRA, G.M.; FONSECA, I.C.B.; SAAB, O.J.G.; CANTERI, M.G. **Determinação do tamanho da amostra de papéis hidrossensíveis em experimentos ligados á tecnologia de aplicação**. Ciência Agrárias, Londrina, v.34, n.6, p. 2687-2696, 2013.

RIZZARDI, M. A. et al. **Ação dos herbicidas sobre o mecanismo de defesa das plantas aos patógenos**. Ci. Rural, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

SANTOS, S.S.; GRZEBIELUCKAS, C. **Sistemas silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte: Uma análise de viabilidade econômica em uma propriedade rural em Mato Grosso-Brasil**, v. 10, n.3, 2014.

SILVA, R. M.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; MEURER, L.; REALTO, G. B.; FRANCESHET, V. L.; SILVA, J. A. N.; OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, R. A.; SILVA, .; SILVA, C. A. H.; ALMEIDA, R. G.; COLODEL, . C. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pastagem degradada submetida a diferentes sistemas de recuperação**. Cascavel, v.6, n.1, p.152-161, 2013.

SCHWIDER, Y. S.; PEZZOPANE, J.E.M.; CÔRREA, T.J.V.; XAVIER, T.M.T. **Efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de eucalipto em diferentes condições microclimáticas**. Biosfera, Goiânia, v.9, n.16, p.888, 2013.

TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; DUARTE, W.M.; TIBURCIO, R.A.S.; SANTOS, M.V. **Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate**. Planta Daninha, Viçosa, 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 de glyphosate**. Planta Daninha, Viçosa, v.23, n.1, p.133-142, 2005.

TUFFI SANTOS, L.D.; MACHADO, A.F.L.; VIANA, R.G.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; SOUZA, G.V.R. **Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate**. Planta Daninha, Viçosa, v.25, n.1, p.133-137, 2007.

XAVIER, T. M. T. **Efeito da restrição hídrica sobre o crescimento de clones de eucalipto**. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias de Iporá**. Disponível em: <pt.weatherspark.com> Acesso em: 19 de dez. 2019.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. **Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate**. Planta Daninha, v.23, n.4, p.627-633, 2005.

YAMASHITA, O.M.; VIEIRA, R.G.; RONDON NETO, R.M.; SANTI, A.; ALBERGUINI, S.E. **Resposta de varjão (*Parkia multijuga*) a subdoses de glyphosate**. Planta Daninha, Viçosa, v.24, n.3, p.527-531, 2006.

YAMASHITA, O.M.; BETONI, R., GUIMARÃES, S.C., ESPINOSA, M.M. **Influência de glifosato e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais**. Ciência Florestal, Piracicaba, v.37, n.84, p.359-366, 2009.

6. CONCLUSÃO GERAL

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a análise geral de como a falta de pesquisas e conhecimento técnico em determinadas áreas podem trazer prejuízos ao produtor rural. Como citado no presente trabalho, muitos produtores por receio de injúrias que podem ser causadas nas espécies florestais pela aplicação de herbicidas no sistema, perdem parte do período chuvoso por implantarem as mesmas mais tarde, além de terem mais gastos posteriores com mão de obra e com água para a irrigação das mudas. No entanto como pôde ser verificado neste trabalho em campo, realizando técnicas adequada de aplicação de herbicidas, verificou posteriormente não ocorrer nenhum efeito de deriva nas mudas, pois não apresentaram nenhum sintoma de fitotoxidez.

O herbicida glifosato, como visto neste estudo, pode ser muito danoso as espécies florestais caso ocorra algum efeito de deriva. Entretanto, a espécie Baru demonstrou seletividade ao herbicida, reforçando assim a importância dos cuidados que devem ocorrer na aplicação desse herbicida em sistemas integrados.

Já o herbicida mesotriona demonstrou ser um herbicida seletivo as espécies de Angico, Baru e Eucalipto Urograndis e Urocam, até mesmo em sua maior dose aplicada nesse estudo de 240 g ia/ha⁻¹. Este herbicida apresentou grande potencial de utilização em sistemas integrados sem causar nenhuma injúria as espécies florestais visto pelo experimento de seletividade.

Algo de suma importância registrado neste trabalho também é a utilização de espécies nativas em sistemas agrossilvipastoris. Essas espécies possuem alto potencial de implantação nesses sistemas por causa do seu valor econômico, trabalhabilidade e resistência, destacando-se a seletividade apresentada pelo Baru neste estudo a todos os herbicidas.

Este estudo reforça a necessidade de mais trabalhos voltados para as espécies nativas, até mesmo para a seleção de mais espécies com grandes potenciais de utilização em sistemas integrados. A grande maioria das pesquisas ainda são voltadas apenas para o eucalipto, não sendo dada a devida importância a grande diversidade florestal do nosso país.