

## FISIOLOGIA DE EUCALIPTO CULTIVADO EM SOLO TRATADO COM HERBICIDAS MIMETIZADORES DE AUXINAS

BARROS, R. E. (UFMG, Montes claros/MG – rodrigo.edb@hotmail.com), CRUZ, L. R. (UFMG, Montes claros/MG – leandrocruz2001@yahoo.com.br), TUFFI SANTOS, L. D. (UFMG, Montes claros/MG – ltuffi@yahoo.com.br), FARIA, R. M. (UFMG, Montes claros/MG – rodrigo\_faria159@yahoo.com.br), DANTAS, P. J. O. (UFMG, Montes claros/MG – pedrojuniord@hotmail.com), COSTA, C. A. (UFMG, Montes claros/MG – candido-costa@ica.ufmg.br)

**RESUMO:** O cultivo de eucalipto no Brasil ganha lugar de destaque no setor florestal. Objetivou-se avaliar o risco de intoxicação de espécies de eucalipto pela mistura de herbicidas picloram + 2,4-D em aplicação prévia ao plantio florestal. O experimento foi implantado em campo no delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições e 5 doses de herbicida a base da mistura picloram + 2,4-D (formulação comercial Turuna<sup>®</sup>, correspondente a 240 g L<sup>-1</sup> de 2,4-D + 64g L<sup>-1</sup> de picloram): 0, 3, 4, 5, e 6 L ha<sup>-1</sup> do produto aplicadas 01 dia antes do transplântio do clone de eucalipto. Após 30 dias foi realizado novo plantio na área em esquema fatorial 4 x 5, com 4 espécies, *Eucalyptus urophylla*, *E. globulus*, *E. saligna* e *Corimbia citriodora*, e as 5 doses prevaletentes do residual no solo. Os sinais de intoxicação de cada cultivo foram acompanhados diariamente, e aos 45 e 70 dias após a aplicação (DAA) realizaram-se avaliações fisiológicas. No primeiro cultivo ocorreu intoxicação da cultura com o necrosamento das folhas até a morte completa. No segundo plantio nenhuma das espécies apresentaram sintoma visível de intoxicação, entretanto ocorreram alterações fisiológicas. Para a taxa fotossintética houve redução para as maiores doses exceto em *E. saligna*. Aos 45 DAA *E. saligna* e *E. urophylla* apresentaram taxas superiores para a condutância estomática. Aos 70 DAA constatou-se que o aumento das doses ocasionou diminuição linear na condutância estomática. A mistura de picloram + 2,4-D intoxicou drasticamente os clones cultivados 01 DAA, aos 30 DAA não aconteceram alterações externas, porém ocorreram respostas fisiológicas negativas nas plantas.

**Palavras chaves:** *Eucalyptus*, picloram, 2,4-D, taxa fotossintética, intoxicação

### INTRODUÇÃO

O eucalipto, em suas diferentes espécies cultivadas no Brasil, ganha lugar de destaque no setor florestal nacional, com cerca de 5,1 milhões de hectares de florestas plantadas (ABRAF, 2013). Uma grande dificuldade do manejo refere-se à presença de plantas daninhas bem adaptadas a condições edafoclimáticas, agressivas quanto à colonização de novas áreas e com grande longevidade de seus propágulos.

O manejo das plantas daninhas em florestas plantadas é realizado basicamente por métodos mecânicos e químicos. Os Herbicidas a base de glyphosate apresentam-se como princípio ativo mais utilizado em áreas de plantio de eucalipto no Brasil. O uso contínuo e repetido dessa molécula aumenta a pressão de seleção com possibilidades de mudança na flora invasora. Nos últimos anos a frequência e densidade de plantas tolerantes nas áreas têm aumentado (TUFFI SANTOS et al., 2013).

Os herbicidas a base de 2,4-D e picloram possuem eficiência comprovada no controle de plantas daninhas eudicotiledôneas (DURIGAN et al., 2004), inclusive daquelas consideradas tolerantes ao glyphosate (OLIVEIRA et al., 2009; DURIGAN et al., 2004), constituindo-se em alternativa para o seu manejo. Entretanto esses herbicidas possuem residual elevado no solo (SANTOS et al., 2006) e as informações sobre seus efeitos na cultura do eucalipto são escassas.

No presente estudo objetivou-se avaliar o risco de intoxicação, e alterações fisiológicas para espécies de eucalipto da mistura de herbicidas picloran + 2,4-D em aplicação prévia ao plantio florestal.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de março a julho de 2012 na região de Montes Claros. O experimento foi implantado em campo aberto em solo argiloso classificado como Cambissolo Háplico. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com dez repetições e cinco tratamentos, sendo esses, doses da mistura dos herbicidas auxínicos picloram + 2,4-D: 0, 3, 4, 5, e 6 L ha<sup>-1</sup> (formulação comercial Turuna<sup>®</sup>, correspondente a 240 g L<sup>-1</sup> de 2,4-D + 64g L<sup>-1</sup> de picloram).

A aplicação foi realizada na linha de plantio das espécies arbóreas. Em seguida, 01 dia após a aplicação, foi realizado o transplântio das mudas do clone de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*). As mudas permaneceram na área por trinta dias, até a avaliação visual de intoxicação e sobrevivência. Aos 30 dias após a aplicação do herbicida (DAA) foi feito novo plantio de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. gloezyana* e *Corimbia Citriodora*, as quais permaneceram no campo com residual da aplicação por 60 dias. O novo delineamento empregado foi inteiramente casualizado com seis repetições, em esquema fatorial 4 x 5, com as quatro espécies e cinco doses da mistura dos herbicidas auxínicos picloram + 2,4-D.

Aos 45 e 70 dias após a aplicação (DAA), foram realizadas avaliações fisiológicas com a utilização do analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA 4. As avaliações foram feitas no terço superior das mudas, em uma folha completamente expandida. Foram avaliadas a taxa fotossintética (A -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a condutância estomática de vapores água de ( $g_s - \text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Nos casos em que houve interação, foi feito o desdobramento com as comparações entre as médias das espécies, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e o ajuste de equações de regressão em função das doses de herbicida, testando-se os coeficientes até 10% de probabilidade pelo teste t.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudas de eucalipto cultivadas logo após a aplicação do herbicida apresentaram alta taxa de intoxicação, mesmo na menor dose aplicada com 90% de intoxicação com necrosamento foliar generalizado, a partir da dose 5 L ha<sup>-1</sup> ocorreu a morte total das mudas. As plantas de *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. globulus* e *C. citriodora* transplantadas aos 30 DAA em solo argiloso não apresentaram nenhum sintoma visível de intoxicação durante os 70 dias de cultivo das mudas, embora a fisiologia das plantas tenha sido alterada.

Para a taxa fotossintética, as plantas das espécies *E. urophylla* e *E. saligna* avaliadas aos 45 DAA e *E. saligna* aos 70 DAA não foram influenciadas pela dose da mistura 2,4-D + picloram (Figura 1). Aos 45 DAA *E. urophylla* apresentou diminuição acentuada nessa variável para plantas cultivadas em solo tratado com doses superiores a 5 L ha<sup>-1</sup> do herbicida (Figura 1). Mudas de *E. globulus* apresentaram decréscimo linear na taxa fotossintética com aumento das doses de herbicida nas duas avaliações realizadas, apesar do baixo ajuste da equação para esta espécie (Figura 1). Já para em *C. citriodora* observou-se comportamento quadrático para taxa fotossintética em função das doses de 2,4-D + picloram. Para essa espécie níveis de resíduo mais baixos estimulam a fotossíntese das plantas enquanto que doses superiores a 4 L ha<sup>-1</sup> diminuem a taxa fotossintética na fase inicial de crescimento das mudas (Figura 1).

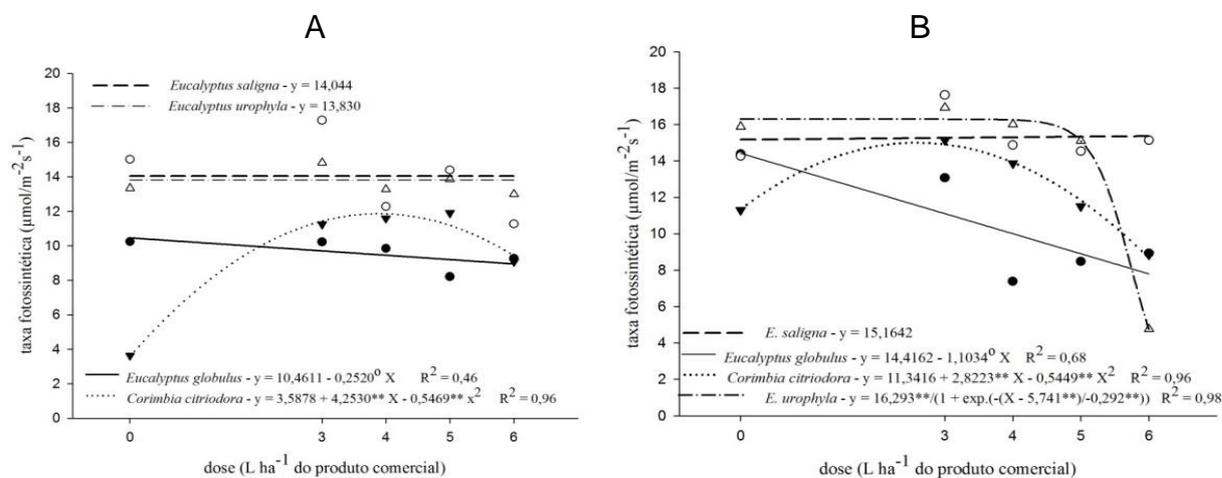


Figura 1. Taxa fotossintética de mudas de quatro espécies de eucalipto transplantadas em solo argiloso aos 45 (A) e 70 (B) dias após aplicação da mistura comercial de 2,4-D (240 g L<sup>-1</sup>) + picloram (64 g L<sup>-1</sup>). \*\* e ° significativo a 1 e 10% pelo teste t.

A condutância estomática ( $g_s$ ), avaliada aos 45 DAA, não foi influenciada pelas doses do herbicida e nem pela interação entre os fatores dose x espécie. Entretanto na avaliação de 70 DAA o aumento das doses do produto ocasionou diminuição linear na  $g_s$  (Figura 2).

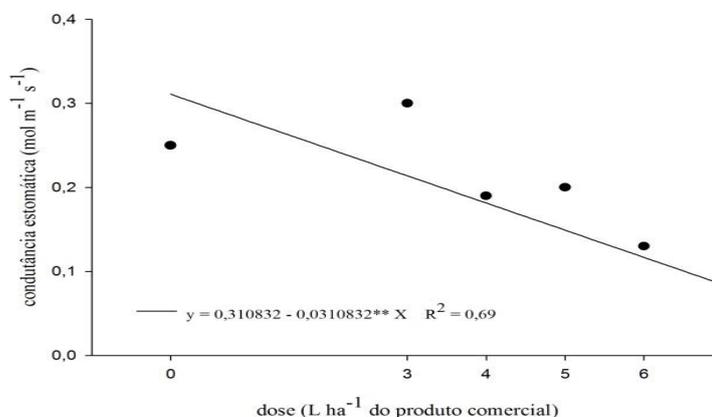


Figura 2. Condutância estomática ( $g_s$ ) de mudas de quatro espécies de eucalipto cultivadas aos 70 DAA dias após aplicação da mistura comercial de 2,4-D (240 g L<sup>-1</sup>) + picloram (64 g L<sup>-1</sup>). \*\* significativo a 1% pelo teste t.

Com a expansão do sistema radicular do eucalipto decorrente do desenvolvimento das mudas entre as avaliações, o maior contato com o herbicida pode ter ocorrido e conseqüentemente maior absorção, o que explica o efeito do aumento das doses na redução da  $g_s$  das espécies aos 70 DAA. Alguns herbicidas hormonais estimulam a produção do etileno (MACHADO et al., 2006; MERCIER, 2004), e conseqüentemente a síntese do ácido abscísico que, após ser translocado atua no fechamento estomático (MERCIER, 2004), e afeta negativamente a  $g_s$ .

*E. saligna* e *E. urophylla*, apresentaram-se entre as espécies fotossinteticamente mais ativas aos 45 DAA (Figura 1), e também obtiveram taxas superiores de  $g_s$  no mesmo período (Tabela 1).

Tabela 1. Condutância estomática ( $g_s$ ) de mudas de quatro espécies de eucalipto cultivadas em solo argiloso aos 45 e 70 dias após aplicação da mistura comercial de 2,4-D (240 g L<sup>-1</sup>) + picloram (64 g L<sup>-1</sup>)

Avaliações fisiológicas da condutância estomática		
Espécies	15 dias após o plantio	40 dias após o plantio
<i>Corimbia Citriodora</i>	0,155 b	0,173 b
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,169 b	0,186 b
<i>Eucalyptus saligna</i>	0,226 a	0,262 a
<i>Eucalyptus urophylla</i>	0,219 a	0,227 ab
CV(%)	32,12	40,42

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

A fotossíntese é influenciada pelo fluxo de gases na célula (MESSINGER et al., 2006), que por sua vez depende da abertura estomática (TAIZ & ZEIGER, 2004). Esse

mecanismo pode explicar o fato de *E. saligna* e *E. urophylla* apresentarem médias elevadas para ambos os aspectos.

## CONCLUSÕES

O eucalipto transplantado 01 dias após aplicação apresentou morte de 100% das mudas cultivadas em solo tratado com doses acima de 5 L ha<sup>-1</sup>. O residual do herbicida no solo afeta fisiologicamente as mudas tanto aos 45 quanto aos 70 DAA. As maiores dose da mistura picloram + 2,4-D, causaram reduções nos parâmetros fisiológicos da maioria das espécies testadas, demonstrando a fragilidade das mudas ao herbicida. A intoxicação das mudas depende principalmente da dose de herbicida e do tempo após a aplicação.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela bolsa concedida ao primeiro autor e pelo apoio financeiro na realização das pesquisas e na participação coletiva ao XXIX CBCPD, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ pela bolsa concedida ao terceiro autor, e a CAPES pela concessão de bolsa ao segundo autor.

## LITERATURA CITADA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013**: ano base 2012. Brasília, DF: ABRAF, 2013, 146 p.

DURIGAN, JC; TIMOSSI, PC; MARTINI, G. e LEITE, GJ. Controle Químico de parreira-brava (*Cissampelos glaberrima*) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v.22, n.4, 2004.

MACHADO, R.F. et al. Reflexos do mecanismo de ação de herbicidas na qualidade fisiológica de sementes e na atividade enzimática em plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.151-160, 2006.

MERCIER, H. Auxinas. In: KERBAUY, G.B (Ed). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogans S.A., p.217-249, 2004.

MESSINGER, S. M. et al. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO<sub>2</sub>. **Plant Physiol**, v. 140, n. 2, p. 771-778, 2006.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. e VIEIRA, H.D. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta* e *Tripogandra diuretica* na cultura do café. **Planta daninha**, v.27, n.4, 2009

SANTOS, M. V. et al. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 391-398, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Floristic variation and structure of weeds in crops of eucalyptus in function of the relief and time of year. **Planta Daninha**, v. 31, p. 491-499, 2013.