

RELAÇÃO Fv/Fm DE FOLHAS DE MANDIOCA SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Silveira Júnior, M. A. D. (UFVJM – Diamantina/MG – silveirajr@hotmail.com), Ferreira, E. A. (UFVJM – Diamantina/MG – evander Alves@yahoo.com.br), Santos, J.B. (UFVJM – Diamantina/MG - jbarbosasantos@yahoo.com.br), Valadão, D. (UFV – Viçosa/MG – danielvaladaos@yahoo.com.br), Mattos, N. P. (UFVJM – Diamantina/MG - nortondematos@gmail.com), Matos, C. C. (UFV – Viçosa/MG - chrisconmatos@yahoo.com.br)

RESUMO - A análise da fluorescência da clorofila *a* vem sendo utilizada para melhorar o entendimento dos mecanismos da fotossíntese, bem como, na avaliação da capacidade fotossintética alterada por estresses bióticos ou abióticos. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a sensibilidade de plantas de mandioca a herbicidas com diferentes mecanismos de ação, bem como, os danos causados pela aplicação desses herbicidas no aparato fotossintético da plantas. Os tratamentos constaram de plantas de mandioca tratadas com os herbicidas bentazon, clomazone, fomesafen, fluazifop-p-buthyl, glyphosate, nicossulfuron, chlorimuron-ethyl, a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen e sulfentrazone. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no arranjo fatorial 10 x 4, 9 herbicidas + testemunha e 4 épocas de avaliação, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas. Os herbicidas avaliados afetaram de forma variada as plantas de mandioca, sendo que, o glyphosate e sulfentrazone promoveram a morte das plantas. Os herbicidas clomazone, fomesafen, fluazifop-p-buthyl e chlorimuron-ethyl apesar de promoverem de média a pequena intoxicação nas plantas de mandioca não apresentaram variação da relação Fv/Fm fora da faixa ideal. No entanto para os herbicidas nicossulfuron e fluazifop-p-buthyl + fomesafen apesar dos valores de Fv/Fm estarem abaixo do ideal nas primeiras épocas de avaliação, as plantas tratadas com esses herbicidas se recuperaram nas ultimas épocas de avaliação.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz, fotossíntese, taxa de transporte de elétrons, fluorômetro.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) considerada entre todas as culturas como a de mais alta produtividade de calorias, de maior eficiência biológica como

fonte de energia, apresenta boa adaptação a solos deficientes em nutrientes (Nassar, 2006), além de estar entre as principais culturas, que apresentam, para os próximos anos, potencial de crescimento de área significativo no país. Como na maior parte das áreas cultivadas com mandioca no Brasil, são utilizados sistemas convencionais de preparo do solo; ou seja, o preparo do solo é tradicionalmente realizado com uma aração e duas gradagens, o que pode causar compactação e erosão do solo e diminuição da produtividade; a expansão de áreas agrícolas, associada a determinados tipos de manejo do solo e fitossanitário (como a aplicação de agroquímicos), pode comprometer algumas propriedades biológicas do solo (Santos et al., 2005; Tuffi Santos et al., 2006).

Em diversos estudos são relatadas diferenças na tolerância de genótipos de uma mesma espécie a herbicidas. Para cana-de-açúcar, Ferreira et al. (2005) e Galon et al. (2010) observaram diferença na tolerância de genótipos aos herbicidas ametryn, trifloxysulfuron-sodium. Wilson (1999) encontrou variações na tolerância de cultivares de beterraba a herbicidas aplicados em pós-emergência.

O uso de parâmetros de fluorescência tem sido difundido principalmente no estudo de fotossíntese por ser um método que, além de não destrutivo, permite analisar qualitativa e quantitativamente a absorção e o aproveitamento da energia luminosa através do fotossistema II e as possíveis relações com a capacidade fotossintética (Mouget; Tremblin, 2002; Netto et al., 2005).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a sensibilidade de plantas de mandioca a herbicidas com diferentes mecanismos de ação, bem como, os danos causados pela aplicação desses herbicidas no aparato fotossintético da plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado nas dependências da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Diamantina/MG, em ambiente protegido, mantido sob temperatura entre 22 e 27 °C e iluminação natural. As unidades experimentais constaram de vasos plásticos com volume de 8 dm³, perfurados no fundo, contendo Latossolo Vermelho, corrigido e adubado, com incorporação do calcário e adubação feitas um mês antes da implantação do experimento.

Os tratamentos constaram de plantas de mandioca tratadas com os herbicidas bentazon (720 i.a. g ha⁻¹), clomazone (340 i.a. g ha⁻¹), fomezafen (250 i.a. g ha⁻¹), fluazifop-p-buthyl (250 i.a. g ha⁻¹), glyphosate (360 i.a. g ha⁻¹), nicossulfuron (60 i.a. g ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (15 i.a. g ha⁻¹), a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen (200 + 250 i.a. g ha⁻¹) e sulfentrazone (600 i.a. g ha⁻¹). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no arranjo fatorial 10 x 4 (9 herbicidas +

testemunha e 4 épocas de avaliação, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas).

A aplicação dos herbicidas foi realizada 30 dias após o plantio, quando as plantas de mandioca apresentavam 30 centímetros de altura, utilizando-se de pulverizador costal pressurizado à CO₂, com pressão constante 200 kPa, equipado com uma barra de dois bicos de indução de ar TTI 11002, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo, com velocidade de 1 m segundo⁻¹, atingindo faixa aplicada de 50 cm de largura, propiciando volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas efetuou-se a realização da análise da eficiência fotoquímica do fotossistema II das folhas das plantas de mandioca com o uso de um fluorômetro, as pinças para a medição da fluorescência da clorofila *a* foram colocadas no terço médio da primeira folha completamente expandida das plantas de mandioca, e a medição foi feita após 30 minutos de adaptação ao escuro, nesse trabalho as avaliações foram realizadas no período noturno, com emissão de um pulso de luz saturante de 0,3 s, sob frequência de 0,6 KHz, quando se avaliou a razão entre a fluorescência variável e fluorescência máxima (F_v/F_m).

Os dados referentes a relação F_v/F_m foram submetidos à análise de variância e apresentados na forma de tabela e desvio padrão para cada herbicida nas diferentes épocas de avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1 a relação fluorescência variável e fluorescência máxima (F_v/F_m) das plantas de mandioca, observou-se aos 7 DAP a formação de três grupos de acordo com o critério de agrupamento de Skcot Knot. Os herbicidas que proporcionaram os maiores valores de F_v/F_m foram clomazone, fomesafen, fluazifop-p-buthyl, chlorimuron-ethyl, chlorimuron-ethyl e nicossulfuron, considerando que plantas em perfeito estado fisiológico, na ausência de estresses, apresenta a relação F_v/F_m variando de 0,75 a 0,85, pode-se afirmar que o nicossulfuron, mesmo não diferindo da testemunha, promoveu algum tipo de estresse nas plantas de mandioca. Já o glyphosate, a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen, bentazon e sulfentrazone provocaram uma maior redução da relação F_v/F_m (Tabela 1). O rendimento quântico máximo do PS II (F_v/F_m) pode variar de 0,75 a 0,85 em plantas não submetidas a estresses (Bòlhar-Nordenkampf et al., 1989), sendo a redução desta razão um excelente indicador de efeito fotoinibitório quando as plantas estão submetidas ao estresse químico (Araus & Hogan, 1994). Os valores inferiores a esses indicarão estresse e redução da eficiência quântica máxima do fotossistema II e, por consequência, do potencial fotossintético da planta.

Aos 14, 21 e 28 DAP observou-se a formação de três grupos para a relação Fv/Fm medida em plantas de mandioca tratadas com herbicidas, nessa época observou-se que os herbicidas glyphosate e sulfentrazone promoveram efeito extremo com redução da relação Fv/Fm para zero, indicando a morte das plantas. Plantas tratadas com fluazifop-p-buthyl + Fomesafen que nos primeiros 7 DAP apresentaram baixa relação Fv/Fm aos 14, 21 e 28 DAP entram num faixa ideal com relação aos valores dessa relação, no entanto, as plantas tratadas com bentazon mostraram baixo valor da relação Fv/Fm diferindo da testemunha, já as plantas tratadas com o nicossulfuron apesar de não se diferenciarem da testemunha mostram valores da relação Fv/Fm um pouco inferiores a faixa de 0,75 considerada ideal, indicando estresse provocado pelo herbicida no aparato fotossintético (Tabela 1).

Tabela 1. Relação fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/Fm) da clorofila a de plantas de mandioca em diferentes épocas submetidas a herbicidas.

Tratamentos	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
Bentazon	0,37 c	0,17 b	0,20 b	0,38 b
Clomazone	0,77 a	0,77 a	0,80 a	0,78 a
Fomesafen	0,82 a	0,78 a	0,82 a	0,81 a
Fluazifop-buthyl	0,81 a	0,79 a	0,82 a	0,82 a
Glyphosate	0,69 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c
Nicossulfuron	0,74 a	0,70 a	0,73 a	0,75 a
Chlorimuron-ethyl	0,81 a	0,76 a	0,79 a	0,76 a
Fomesafen+Fluazifop	0,59 b	0,77 a	0,81 a	0,82 a
Sulfentrazone	0,26 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
Testemunha	0,78 a	0,79 a	0,81 a	0,79 a
CV (%)	13,12			

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Critério de Skot Kinot a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Os herbicidas avaliados afetaram de forma variada as plantas de mandioca, sendo que, o glyphosate e sulfentrazone promoveram a morte das plantas como esperado. Os herbicidas clomazone, fomesafen, fluazifop-p-buthyl e clorimuron apesar de promoverem de média uma pequena intoxicação nas plantas de mandioca não apresentaram variação da relação Fv/Fm fora da faixa ideal. No entanto para os

herbicidas nicossulfuron e fluazifop-p-buthyl + fomesafen apesar dos valores de Fv/Fm estarem abaixo do ideal nas primeiras épocas de avaliação, as plantas tratadas com esses herbicidas se recuperam nas ultimas épocas de avaliação.

LITERATURA CITADA

ARAUS, J. L.; HOGAN, K. P. Comparative leaf structure and patterns of photoinhibition of the neotropical palms *Scheelea zonensis* and *Socratea durissima* growing in clearing and forest understory during the dry season in Panama. *Am. J. Bot.*, v. 81, n. 6, p. 726-738, 1994.

FERREIRA, E.A. et al. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. *Planta Daninha*, v.23, n.1, p.93-99, 2005.

GALON, L. et al. Tolerância de novos genótipos de cana-de-açúcar a herbicidas. *Planta Daninha*. v.28, n.2 , p.329-338, 2010 .

MOUGET, J.; TREMBLIN, G. Suitability of the fluorescence monitoring system (FMS, Hansatech) for measurement of photosynthetic characteristics in algae. *Aquatic Botany*, v.74, p.219-231, 2002.

NASSAR, N.M.A. Mandioca: Opção contra a fome. *Estudos e Lições no Brasil e no mundo*. *Ciência Hoje*, v.39, n.231,p.30-36, 2006.

NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, G. J. et al. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 104, n. 02, p. 199-209, 2005.

SANTOS, J. B. et al. Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto e convencional. *Planta Daninha*, v. 23, n. 4, p. 683-691, 2005.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Exsudação radicular do glyphosate por *Brachiaria decumbens* e seus efeitos em plantas de eucalipto e na respiração microbiana do solo. *Planta Daninha*, v. 23, n. 1, p. 143-152, 2005.

WILSON, R.G. Response of nine sugarbeet (*Beta vulgaris*) cultivars to postemergence herbicide applications. *Weed Technology*, v.13, n.1, p.25- 29, 1999.