



Efeito residual de herbicidas em dessecação de pré-plantio na cultura do sorgo granífero

Lucas Sunti Dalcin^a, Thiago Gledson Rios Terra^a, Tarcísio Castro Alves de Barros Leal^a, Marcelo Alves Terra^a, Cleibi Coelho Chaves^{a*}

^a Universidade Federal do Tocantins (UFT), Brasil

* Autor correspondente (cleibicocha@gmail.com)

INFO

Keywords

Sorghum bicolor
L. Moench
chemical control
residue
weeds

Palavras-chaves

Sorghum bicolor
L. Moench
controle químico
resíduo
infestantes

ABSTRACT

Residual effect of pre-planting herbicides on sorghum crop.

In view of a search for weed management methods aiming at reducing production costs and avoiding the selection and dissemination of plants resistant to herbicide mechanisms of action, we tried to evaluate the residual effect of different herbicides used in large commercial scale, in Brazilian agriculture in sorghum culture. The experiment was carried out at the Gurupi University Campus, belonging to the Federal University of Tocantins, arranged in a randomized block design with four replications, in a factorial scheme. Three herbicides were used: Diuron, Glyphosate and Paraquat to desiccate the area before planting, having a treatment that did not receive herbicide application and was maintained throughout the crop cycle with weeding 30 DAE (control). The planting was interspersed every four days, being: 0, 4, 8, 12, 16 and 20 days after application, with evaluations made 90 days after planting, at the time of harvest. The plots were formed by nine rows of three meters each, with 0.50 m row spacing. Thirty days after herbicide application, we carried out a survey of weed population and species on the plots that received the first planting. The phytotechnical data of the crop was quantified by collecting ten plants in sequence in rows 5 - 6 of the plots. The following variables were evaluated: stem diameter; dry mass of the stem with sheath; dry mass of leaves; panicle dry mass; grain mass. The results were subjected to analysis of variance by the F test and submitted to the means test by the Tukey test at 5% probability. There was a strong action of the herbicide Diuron in the population of sorghum plants and also weed plants, being very efficient. The residual effect of Paraquat and Glyphosate herbicides was low on the weed population, causing matocompetition in these treatments. Differences in phytotechnical data at times 8 and 12 within treatments days after application may have been influenced by environmental variables, as the control was also variable.

RESUMO

Tendo em vista uma busca por formas de manejo de plantas infestantes visando a diminuição dos custos de produção e evitar a seleção e disseminação de plantas resistentes a mecanismos de ação dos herbicidas, procurou-se avaliar o efeito residual de diferentes herbicidas utilizados em grande escala comercial na agricultura brasileira na cultura do sorgo. O experimento foi desenvolvido no Campus Universitário de Gurupi, pertencente à Universidade Federal do Tocantins, disposto em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial. Foram utilizados três herbicidas: Diuron, Glifosato e Paraquat na dessecação da área antes do plantio, tendo um tratamento que não recebeu a aplicação de herbicidas e foi mantido durante todo o ciclo da cultura no limpo com capinas realizadas 30 DAE (testemunha). O plantio foi intercalado a cada quatro dias, sendo: 0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias após a aplicação, com as avaliações feitas 90 dias após o plantio, na ocasião da colheita. As parcelas foram formadas por nove linhas de três metros cada, com 0,50 m de espaçamento entre fileiras. Aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas executou-se o levantamento de população e espécies das plantas infestantes nas parcelas que receberam o primeiro plantio. A quantificação dos dados fitotécnicos da cultura foi realizada pela coleta dez plantas em sequência nas linhas 5 - 6 das parcelas. Avaliaram-se as seguintes variáveis: diâmetro de colmo; massa seca do colmo com bainha; massa seca de folhas; massa seca de panícula; massa de grãos. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e submetidas ao teste de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Verificou-se uma forte ação do herbicida Diuron na população de plantas de sorgo e também de plantas infestantes, sendo bem eficiente. O efeito residual dos herbicidas Paraquat e Glifosato foi baixo sobre a população de plantas infestantes, ocasionando a matocompetição nesses tratamentos. Diferenças nos dados fitotécnicos nas épocas 8 e 12 dentro dos tratamentos dias após a aplicação podem ter sido influenciadas por variáveis ambientais, uma vez que a testemunha também foi variável.

INTRODUÇÃO

A planta de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem sua origem em regiões da África e parte da Ásia, tendo sua disseminação para outras regiões do mundo no século XIX. Após chegar aos EUA tem-se o relato do primeiro melhoramento genético para a obtenção da planta de sorgo moderna no ano de 1857. Na década de 70 houve a introdução de cultivares trazidas dos EUA e Argentina em regiões do sul e sudeste do país (Ribas, 2008).

O sorgo aparece como boa alternativa para a substituição do milho, pois, suporta déficit hídrico, solos com maior teor de acidez e menos férteis, como aqueles encontrados na região do cerrado. Em países subdesenvolvidos pode ser utilizado na alimentação humana, mas em países em desenvolvimento ou desenvolvidos tem seu uso voltado para alimentação animal (Taivan, 2014)

A produção brasileira desde a introdução do sorgo granífero até os dias atuais apresenta crescimento da área plantada, mas com grande oscilação no decorrer dos anos. Para a safra de 2018 a estima 632,8 mil hectares de área plantada com uma produtividade esperada de 2.823 kg ha⁻¹. Esses dados permitem verificar uma produção menor que a ocorrida na safra 2016, mas igual a de 2017. O Tocantins é o 5º maior produtor de sorgo do país com uma safra de 51,1 mil toneladas em 2017 (CONAB, 2018).

Nos dias atuais o uso de herbicidas tornou-se de grande importância para o controle de plantas infestantes em virtude de manter apenas a cultura de interesse na lavoura, evitando assim a competição por nutrientes, água, radiação e CO₂ para possibilitar seu completo desenvolvimento (Oliveira, 2011). Com a prática de cultivo mínimo se perpetuando entre as lavouras brasileiras e o plantio direto tornando-se um método indispensável para a produção agrícola, a aplicação de herbicidas é a forma mais utilizada para o manejo das plantas infestantes, mas a utilização de forma descontrolada tem trazido forte pressão de seleção (Oliveira Jr. et al., 2011).

De acordo com Adegas (2017), já foram identificadas 43 espécies de plantas infestantes resistentes a alguma molécula de herbicida em um intervalo de 24 anos (1993 – 2017). A grande produção de propágulos, o ciclo de vida curto e a fácil adaptação induzem a resistência. Áreas de cultivo com presença de plantas infestantes podem causar aumento de até 293% no custo de controle diminuindo o lucro do produtor e tornando a atividade mais arriscada economicamente. Nos últimos anos o aumento do plantio de soja RR ocasionou um uso demasiado do herbicida Glifosato nas lavouras, proporcionado a seleção dentro de algumas espécies.

Os herbicidas Glifosato e Paraquat são utilizados

nas lavouras de soja, tanto para o controle das plantas infestantes, no caso o Glifosato, como para dessecção das lavouras para homogeneizar as colheitas, como Paraquat.

Segundo Oliveira Jr (2001), alguns herbicidas apresentam maior período de viabilidade após estar no solo, característica conhecida como meia vida útil. Isto acontece devido a característica alguns herbicidas manter em suas moléculas íntegras por um período maior de tempo. O efeito residual de herbicidas aplicados em manejos de culturas sucessoras ou até mesmo nos tratos culturais da cultura a ser implantadas é conhecido como Carryover, ele pode provocar fitotoxicidade nas plantas do novo cultivo (Mancuso, 2011).

O herbicida Glifosato faz parte do grupo químico das glicinas substituídas, sendo um herbicida de pós-emergência, não seletivo e com ação sistêmica, sendo eficiente no controle de plantas de folha larga ou estreita, perenes ou anuais variando a dose necessária para o combate das diferentes espécies de plantas (Carvalho, 2008). Define-se “O glifosato atua como um potente inibidor da atividade da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), que é catalisadora de uma das reações de síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, influencia também outros processos, como a inibição da síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e eleva a concentração do IAA” (Galli; Montezuma, 2005, p. 12).

Segundo Martins (2013) o herbicida Paraquat é um sal solúvel que pertence ao grupo químico dos biperidílio, moléculas diretamente relacionadas à formação de radicais superóxidos, assim, promovem um rápido processo oxidativo das membranas da planta, que contenham clorofila, as quais, sua molécula entra em contato. O Paraquat é registrado no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para as seguintes culturas: algodão, soja, arroz, banana, batata, café, cana-de-açúcar, citros, feijão, maçã, milho e trigo, utilizado em aplicação dirigida por ser um herbicida de contato. A substância química entra em atividade quando existe presença de luz no ambiente por ser uma molécula aceptora de elétrons que causa deleção do NADPH e impede a fixação do CO₂. Agindo no Fotossistema I os íons do herbicida reagem com os elétrons livres da membrana fazendo com que ocorra a formação de radicais livres, que são etano, pentano e malonil dialdeído, entre outros (Martins, 2013).

O Diuron faz parte do grupo químico das uréias substituídas, de vasto controle sobre plantas di e monocotiledôneas em pré e pós-emergência (Rocha, 2013), tendo registro de uso no MAPA para as culturas de abacaxi, citros, cana-de-açúcar, videira,

alfafa, café, algodão, cacau e banana. Segundo Oliveira Jr. et al. (2011) “a inibição da fotossíntese acontece pela ligação dos herbicidas deste grupo ao sítio de ligação da QB, na proteína D1 do Fotossistema II, o qual se localiza nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos, causando, por consequência, o bloqueio do transporte de elétrons de QA para QB”. Este processo ocasiona a interrupção da fixação de CO₂ e por consequência a produção de ATP e NADPH (Silva et al., 2013). Segundo Souza et al. (2009), o Diuron é um herbicida que tem maior absorção pelas plantas através das raízes e translocação pelo xilema. E é um herbicida amplamente utilizado na cana-de-açúcar, com potencial no controle do banco de sementes presentes no solo que atinge sua meia vida útil aos 90 dias, por ser facilmente absorvido pelos colóides de argila do solo sofre poucas perdas pelo processo de lixiviação.

Os herbicidas Glifosato e Paraquat são absorvidos apenas pelas partes verdes das plantas isso faz com que não tenha mais efeito para as plantas quando no solo. Na solução do solo estes herbicidas ficam biologicamente inertes por: sorção pelo solo, degradação microbiana, fotólise, lixiviação, transporte, ligação com a matéria orgânica e os minerais do solo (Martins, 2013; Morais e Rossi, 2010).

Tabela 1 - Análise de solo da área experimental.

Análise de solo										
M.O	pH	P(mel.) ^{1/}	K	Ca	Mg	Al	H + Al.	Areia	Silte	Argila
(%)	CaCl ₂	mg dm ⁻³	—————	cmol _c dm ⁻³	—————	—————	—————	—————	g kg ⁻¹	—————
2,4	4,5	6,5	0,09	1,6	0,6	0,2	4,2	700	75	225

A calagem foi realizada 60 dias antes do plantio com 2,4 toneladas de calcário ha⁻¹. A adubação de base foi realizada no sulco de plantio com 300 kg de adubo formulado (5 N; 25 P₂O₅; 15 K₂O). Foram realizadas duas coberturas de forma manual, com aplicação ao pé da fileira, sendo uma com 100 kg ha⁻¹ de uréia aos 20 dias após a emergência (DAE) e a segunda com formulado (20 N; 0 P₂O₅; 20 K₂O) aos 40 DAE.

Os tratamentos com herbicidas foram feitos em pré-plantio após o sulcamento da área. Foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial, constituídos por quatro tratamentos, sendo: T1 - Testemunha (sem herbicida) e capina aos 30 DAE, T2 - Diuron 976 g ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.), T3 - Paraquat 400 g ha⁻¹ de i.a. e T4 - Glifosato 1.080 g ha⁻¹ de i.a. em 6 épocas de plantio: 0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias após aplicação (DAA). O experimento resultou em um total de 96 parcelas.

As parcelas foram formadas por nove linhas de três metros cada, com 0,50 m de espaçamento entre fileiras. O primeiro plantio ocorreu dia 12/12/2017,

O uso de herbicidas na dessecação pré-plantio, como um manejo de suma importância visando dar melhores condições para o plantio da cultura como também o seu desenvolvimento. Locais com cultivo de cultura de inverno ou safrinha facilitam ainda mais este manejo (Procópio et al., 2006). O uso de herbicida sistêmico 20-25 antes do plantio seguido de uma aplicação de um herbicida de contato juntamente com um que tenha residual se mostra o manejo mais eficiente (Monsoy, 2016).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi na safra 2017/2018, em solo Latossolo amarelo, latitude 11,74 S, longitude 49,05 W e altitude de 287 metros. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1928) o clima é classificado como Aw, com uma pluviosidade média anual de 1.483 mm e a temperatura média de 26,4 °C. A análise do solo (Tabela 1) da área experimental apresentou pH = 4,5; P = 6,5 mg.dm⁻³; K = 36 mg.dm⁻³; M.O. = 2.4 dag.kg⁻¹; V% = 35; solo de textura média.

com sementes de sorgo granífero da cultivar BRS 310 e o desbaste das plantas foi realizado 15 dias após a emergência (DAE) visando ajustar a população para 140.000 plantas ha⁻¹. Não foi realizado controle das plantas daninhas nas parcelas tratadas com herbicidas, apenas na testemunha, visando observar o poder residual deles sobre a cultura e sobre as plantas infestantes, além da matocompetição. Aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas executou-se o levantamento de população e espécies das plantas infestantes nas parcelas que receberam o primeiro plantio. Foi levado em consideração para o levantamento a área de 1 m² nas entrelinhas 4-5 e 5-6 para obter um padram de execução e evitar a quebra das plantas de sorgo já estabelecidas, as plantas infestantes existentes neste espaço foram arrancadas identificadas e contadas.

A quantificação dos dados fitotécnicos da cultura foi realizada pela coleta dez plantas em sequência nas linhas 5 - 6 das parcelas. Avaliaram-se as seguintes variáveis: diâmetro de colmo; massa seca do colmo com bainha; massa seca de folhas; massa

seca de panícula; massa de grãos. A colheita aconteceu aos 90 dias após plantio (DAP), sendo, as plantas cortadas rente ao solo. Logo após a colheita determinou-se o diâmetro do colmo das plantas com o auxílio de um paquímetro. Para determinação da massa seca, a planta de sorgo foi separada em colmo com bainha, folhas e panícula, colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levados a estufa a 72 °C por 72h até atingir peso constante. Para a aferição dos valores de massa foi utilizado uma balança com precisão de 0,02 gramas.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e submetidas ao teste

de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa de análise estatística Sisvar versão 5.6. Os gráficos de regressão foram feitos através do programa Sigma Plot 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis climatológicas quinzenais no período de condução do experimento foram obtidas no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), e estão demonstradas na tabela 2.

Tabela 2 - Valores de precipitação (mm), temperatura compensada média (°C), umidade relativa média (%).

Estação	Data	Precipitação	Temp. Média	Umidade
Peixe (TO)	01-15/12/17	155,60	25,88	83,55
	16-31/12/17	113,50	26,44	78,98
	01-15/01/18	47,90	25,77	81,10
	16-31/01/18	182,10	26,42	79,22
	01-15/02/18	244,80	25,37	85,35
	16-28/02/18	126,00	25,84	83,33
	01-15/03/18	43,60	26,37	83,62
	16-31/03/18	85,10	26,07	81,48
	01-05/04/18	9,00	26,17	81,20
Total		1007,60		

Fonte: INMET - Estação Operante: Peixe - TO (OMM: 83228, período dos dados: 01/12/2017 a 05/04/2018).

De acordo com Rosa (2012) a cultura do sorgo granífero necessita de um acumulado de 450-500 mm de água no solo para completar seu ciclo. Como mostra a tabela acima o acumulado em milí-

metros de chuva durante o desenvolvimento do experimento foi, pelo menos, o dobro do exigido.

O levantamento feito sobre a população de plantas infestantes segue na tabela 3.

Tabela 3 - Identificação e quantificação de plantas infestantes quanto sua localização entre os tratamentos aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas.

Nome comum	Nome científico	T1	T2	T3	T4
Poaia do campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	79	1	56	271
Falsa poaia	<i>Spermacoce verticillata</i>	66	0	148	236
Vassourinha de botão	<i>Spermacoce suaveolens</i>	9	0	14	7
Capim carrapicho	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	9	0	2	1
Capim colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>	9	0	6	2
Tiririca	<i>Cyperus sp.</i>	22	10	39	57
Guanxuma	<i>Sida sp.</i>	7	0	0	3
Corde de viola	<i>Ipomoea triloba</i>	3	0	0	3
Capim pé de galinha	<i>Eleusine indica</i>	17	0	89	0
Leitera	<i>Euphorbia heterophylla</i>	3	0	0	0
Hortelã do campo	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	7	0	2	9
Assapeixe-roxo	<i>Vernonia glabrata</i>	4	0	31	0
Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i> L.	1	0	2	0
Caruru	<i>Amarantus sp.</i>	1	0	3	0
Carrapicho rasteiro	<i>Acantosperma australe</i>	2	0	0	0
Botão azul	<i>Praxelis pauciflora</i>	0	0	2	5
Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	6	0	18	0
Erva de Santa Luzia	<i>Chamaesyce hirta</i>	3	0	0	1
Apaga fogo	<i>Alternanthera tenella</i>	4	0	15	3
Lombrigueira	<i>Spigelia anthelmia</i>	1	0	0	0

(continua...)

Tabela 3 - Identificação e quantificação de plantas infestantes quanto sua localização entre os tratamentos aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas (continuação).

Nome comum	Nome científico	T1	T2	T3	T4
Quebra pedra	<i>Phyllanthus niruri</i>	0	0	3	0
Capim mão de sapo	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	0	0	1	0
Juá	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	1	1	7	0
Anileira	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	1	0	3	4
Joá-melancia	<i>Solanum aculeatissimum</i>	1	0	0	0
Murdania	<i>Murdannia nudiflora</i>	1	0	2	0
Total		261	12	443	602

Analisando a tabela 3 destaca-se uma maior variabilidade de espécies de plantas infestantes na Testemunha e o grande controle do Diuron que se destaca por apresentar 12 indivíduos de três espécies diferentes. Corroborando com os resultados, Amim et al. (2016), que esse herbicida tem eficácia na redução do banco de sementes do solo usado como pré-emergente. Os tratamentos com Glifosato e Paraquat não apresentaram influência sobre o

banco de sementes presentes no solo diretamente, pois tem curto tempo de ação após aplicados. O Paraquat é um herbicida de contato com efeito residual curto no solo, e o Glifosato por ter basicamente sua absorção pelas partes clorofiladas (Monqueiro e Silva, 2005; Machado et al., 2012).

Os dados provenientes da análise de variância são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Análise de variância: diâmetro do colmo (DC), massa seca de colmo (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca de panícula (MSP), produtividade (PROD).

F. V.	GL	Quadrado médio				
		DC	MSC	MSF	MSP	PROD.
Blocos	3	6,41	55,78	17,25	162,91	1408926,78
Herbicida	3	11,27*	180,74 ^{ns}	57,72 ^{ns}	678,12 ^{ns}	23373614,72 ^{ns}
Época	5	55,36 ^{ns}	225,42 ^{ns}	28,66*	352,14*	2413926,14*
Herb. x Época	15	39,96 ^{ns}	147,92*	42,77*	306,78*	2981657,56 ^{ns}
Erro	69	6,79	31,89	9,76	122,10	530321,61
CV (%)		14,77	20,16	19,65	26,11	18,08

* Significativo ao nível de 5%, e ^{ns} não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Conforme a tabela 4, não foram encontradas diferenças significativas para os tratamentos com herbicida para as variáveis MSC, MSF, MSP e PRO. Quando se observa as épocas de plantio, verifica-se que existe diferença significativa para as variáveis MSF, MSP e PRO, não havendo pois, diferenças para as variáveis DC e MSC. Para a interação entre

herbicida e época de plantio, existe diferença significativa para as variáveis MSC, MSF e MSP, não havendo diferença para DC e PRO.

Os resultados de diâmetro de colmo e massa seca de colmo estão apresentados a seguir na Tabela 5, além da Figura 1, para DC e Figura 2 para MSC.

Tabela 5 - Teste de média para as variáveis: diâmetro do colmo (DC) em milímetros e massa seca de colmo (MSC) em gramas, para plantas de sorgo granífero colhidas aos 90 DAP em função do tratamento com herbicida: Testemunha (T), Diuron (D), Glifosato (G) e Paraquat (P) pelas épocas de plantio (Gurupi - TO, 2018).

Épocas	DC				MSC			
	Tratamento				Tratamento			
	T	D	G	P	T	D	G	P
0	17,3 aA	5,5 bB	18,4 aA	15,8 aA	32,5 aA	9,7 bC	26,9 aA	23,1 aA
4	16,2 aA	19,5 aA	17,4 aA	15,2 aA	25 aA	33,5 aAB	30,9 aA	23,9 aA
8	16,9 aA	19,8 aA	18 aA	16,4 aA	23,6 abA	34,1 aAB	26,3 abA	22,1 bA
12	18 aA	21,7 aA	17,4 aA	17 aA	24,5 bA	35,7 aAB	23,5 bA	23,9 bA
16	19,8 aA	20,5 aA	18,6 aA	18,4 aA	29 aA	32 aB	28,2 aA	26,6 aA
20	19,3 abA	22,4 aA	17,1 bA	17,1 bA	32,9 bA	44,5 aA	30,6 bA	29,9 bA

Letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

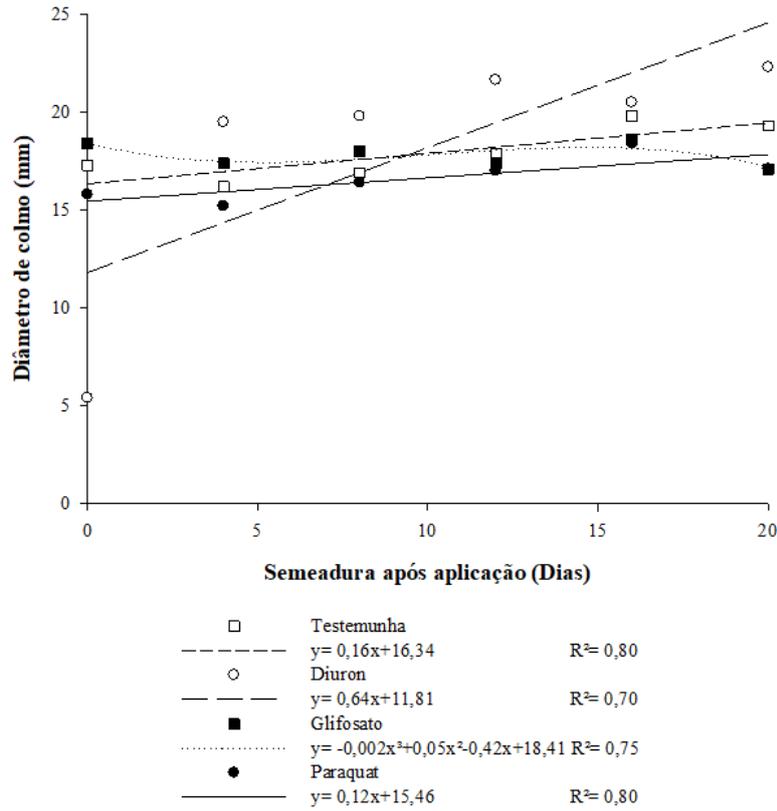


Figura 1 - Curva de regressão para diâmetro de colmo dos diferentes tratamentos com herbicidas para diferentes épocas de plantio 0, 4, 8, 12, 16 e 20 DAA.

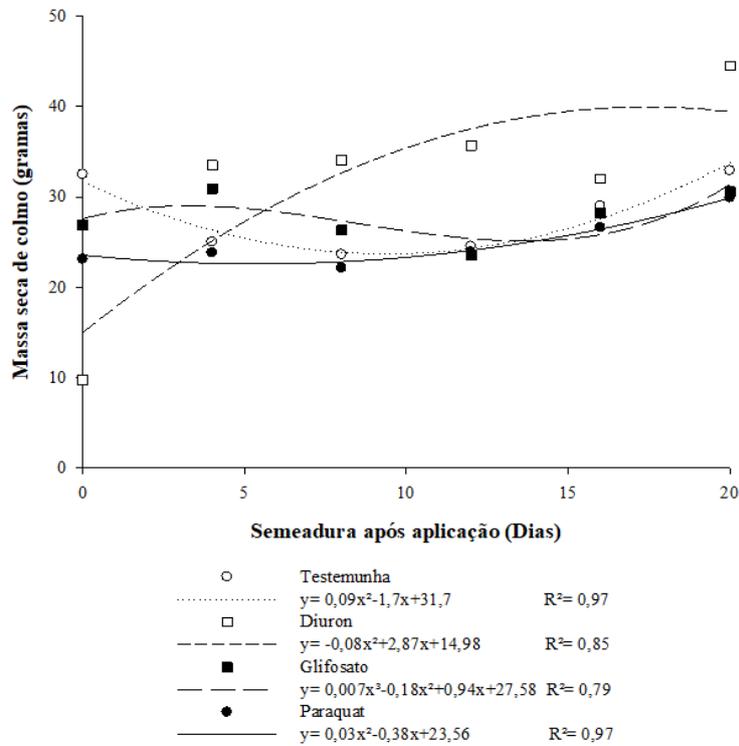


Figura 2 - Curva de regressão para massa seca de colmo dos diferentes tratamentos com herbicidas para diferentes épocas de plantio 0, 4, 8, 12, 16 e 20 DAA.

Analisando os dados para diâmetro de colmo (Tabela 5 e Figura 1), percebe-se que o tratamento com Diuron na época 0 DAA difere estatisticamente dos demais resultados. Está fortemente ativo no solo e atua no controle de plantas mono e dicotiledôneas, apresentando maior absorção através do sistema radicular das plantas. O herbicida além de controlar as plantas infestantes também causou a morte de várias plantas de sorgo após sua emergência. Na época 20 DAA nota-se um maior diâmetro de colmo em Diuron que não difere da Testemunha, porém é superior aos tratamentos com Glifosato e Paraquat, devido ter reduzido a emergência das plantas infestantes evitando assim a matocompetição. As plantas de sorgo quando estão em uma população abaixo da esperada ou da ideal para o manejo da cultura, tendem a ter maior incremento de massa seca por planta (Terra, 2010). Quanto maior for a massa seca do colmo da planta maior será seu volume e por consequência seu diâmetro.

Nos resultados de massa seca de colmo expressos na (tabela 3 e figura 2) pode-se ressaltar o tratamento com Diuron que na época 0 DAA apresenta resultado menor dos demais tratamentos e na época 12 e 20 DAA os resultados são maiores. As-

sim, ocorreu interferência negativa do herbicida sobre a cultura nos primeiros dias após a aplicação, além de sua alta capacidade de evitar a mato competição eliminando as plantas infestantes nos primeiros estágios de desenvolvimento da cultura. Analisando as diferentes épocas em cada tratamento nota-se um aumento na massa seca do colmo no tratamento com Diuron no decorrer dos dias após a aplicação do herbicida. Já os tratamentos Testemunha, Glifosato e Paraquat não apresentaram diferenças nos dados, mostrando que esses tratamentos possuem reduzida interferência do efeito residual sobre a cultura do sorgo para essa característica.

Segundo Inoue et al. (2008), as moléculas de diuron por serem não ionizáveis tem maior interação no solo com a matéria orgânica e os microrganismos que causam sua degradação e sorção pelo solo. Em solos com menores teores de matéria orgânica e presença de microrganismos tende a promover maior lixiviação das moléculas de diuron.

Os resultados para massa seca de folhas e massa seca de panícula estão apresentados a seguir na tabela 6, figura 3 e figura 4.

Tabela 6 - Medida de massa seca de folhas (MSF) em gramas e massa seca de panícula (MSP) em gramas das plantas de sorgo granífero colidas aos 90 DAP em função do tratamento com herbicida: Testemunha (T), Diuron (D), Glifosato (G) e Paraquat (P) pelas épocas de plantio (Gurupi - TO, 2018).

Épocas	MSF				MSP			
	Tratamentos				Tratamentos			
	T	D	G	P	T	D	G	P
0	17,4 aA	5,9 bB	16,4 aA	13,3 aA	46,1 aA	20,6 bB	44,8 aA	37,6 abA
4	14,9 aA	19,2 aA	17,6 aA	14,3 aA	39,8 aA	60 aA	46,2 aA	41,1 aA
8	14,5 bA	20,5 aA	15,4 abA	13,5 bA	39,9 aA	49,9 aA	40,9 aA	35,2 aA
12	15 Ba	21,8 aA	14,5 bA	14,3 bA	42,3 bA	66,6 aA	38,3 bA	41,8 bA
16	16,9 aA	18,9 aA	16,3 aA	15,2 aA	41,4 aA	53,5 aA	41,8 aA	42,3 aA
20	16,5 abA	21,1 aA	14,5 bA	14,1 bA	36,9 aA	49,7 aA	29,8 aA	29,6 aA

Letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

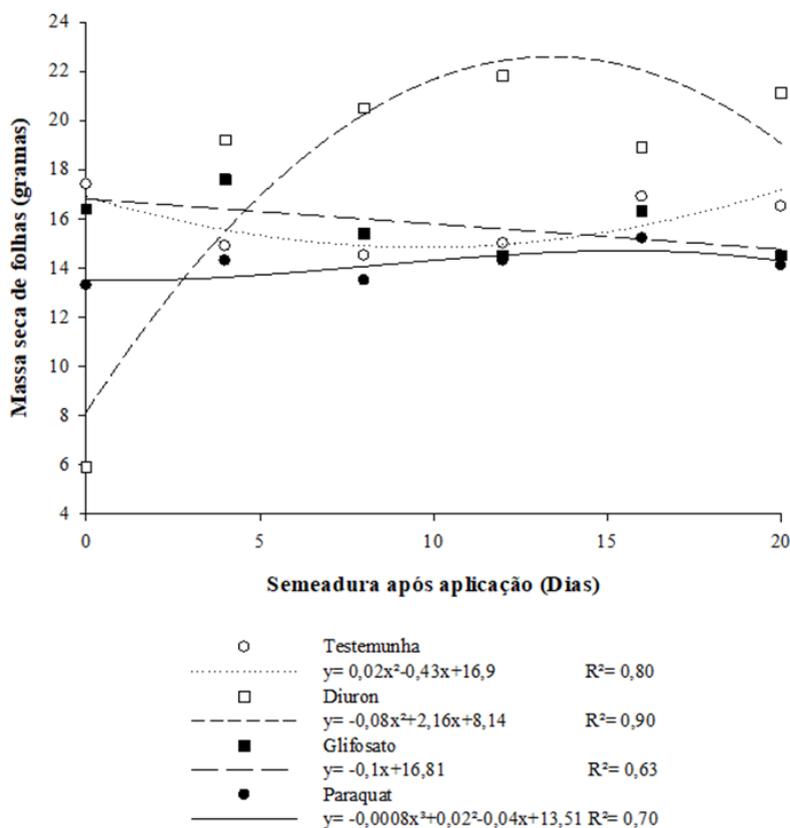


Figura 3: Curva de regressão para massa seca de folhas dos diferentes tratamentos com herbicidas para diferentes épocas de plantio 0, 4, 8, 12, 16 e 20 DAA.

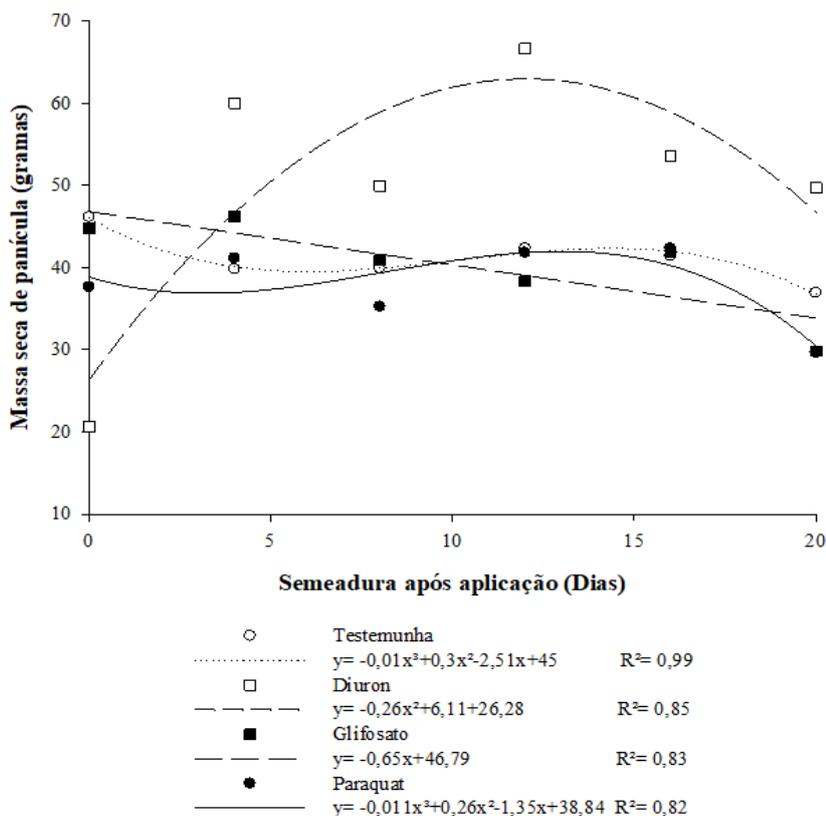


Figura 4: Curva de regressão para massa seca de panícula dos diferentes tratamentos com herbicidas para diferentes épocas de plantio 0, 4, 8, 12, 16 e 20 DAA.

Comparando os dados de massa seca de folhas percebe-se uma diferença positiva do tratamento com Diuron em relação a Testemunha aos 8 e 12 DAA, Paraquat aos 8, 12 e 20 DAA e Glifosato aos 12 e 20 DAA. Sendo inferior, significativamente, apenas quando o plantio ocorreu ao 0 DAA, mostrando que o herbicida Diuron é eficiente no controle das plântulas logo após a sua emergência, e com mais intensidade nos dias próximos a sua aplicação na área a ser cultivada. Segundo Terra et al. (2010) o maior sombreamento entre as folhas de sorgo causa uma menor área foliar e, por consequência, menor quantidade de reserva para a planta.

Na tabela 6 e figura 5 podemos observar os resultados de produtividade para os diferentes herbicidas e épocas de plantio, os valores apresentados a seguir são equivalentes a uma população de 140000 plantas ha⁻¹ para os tratamentos: Testemunha, Glifosato e Paraquat. O tratamento com Diuron devido ao efeito do herbicida sobre a cultura não estabeleceu a população inicialmente esperada, então, quantificou-se a população média por hectare de todas as épocas de plantio 0, 4, 8, 12, 16 e 20, que obterão as seguintes populações 4000, 70000, 70000, 60000, 69667 e 92000 respectivamente.

Tabela 7 - Produtividade de grãos kg.ha⁻¹ em plantas de sorgo granífero colhidas aos 90 DAP em função do tratamento com herbicida: Testemunha (T), Diuron (D), Glifosato (G) e Paraquat (P) pelas épocas de plantio.

Épocas	Tratamentos				
	Pop. Diuron	D	T*	G*	P*
0	4.000	270 bB	5.428,5 aA	5.278 aA	4497 aA
4	70.000	3.135 bA	4.602,5 aA	5.393,5 aA	5162,5 aA
8	70.000	2.508 bA	4.487 aA	4.620 aAB	3843 abAB
12	60.000	3.115 bA	4.795 aA	4.319 abAB	4585 aA
16	69.667	2.867,8 bA	4.375 aA	4.830 aA	4784 aA
20	92.000	3.506,3 aA	4.130aA	3.262 aB	2.884 aB

*População de 140.000 plantas ha⁻¹.

Letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

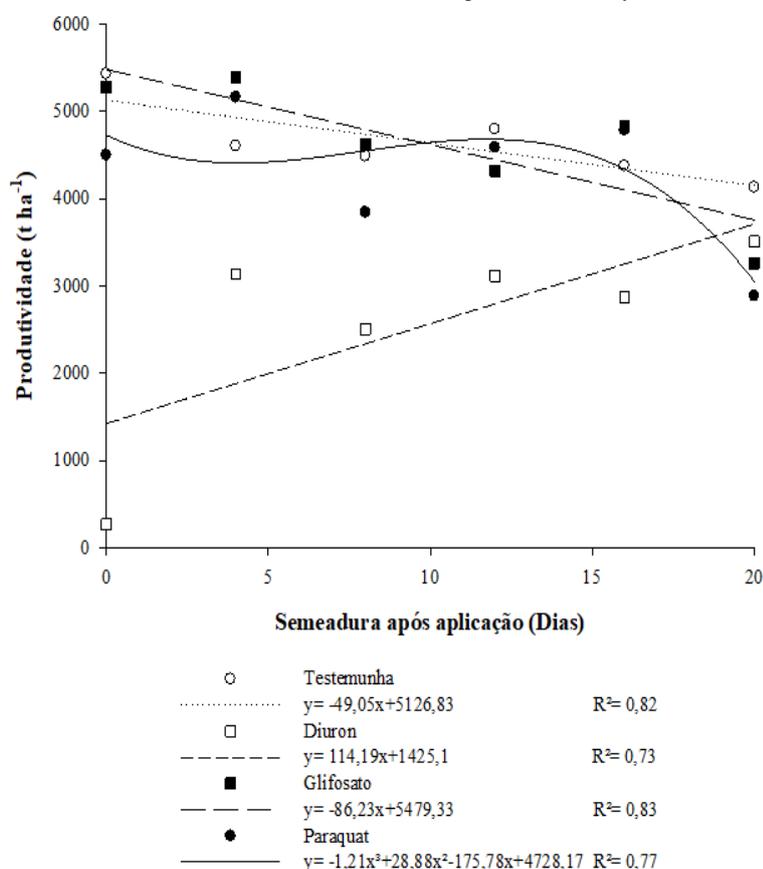


Figura 5 - Análise de regressão para produtividade de grãos dos diferentes tratamentos com herbicidas para diferentes épocas de plantio 0, 4, 8, 12, 16 e 20 DAA.

Os resultados para a produtividade mostram que o tratamento com Diuron manteve-se abaixo dos demais até a época de 16 DAA, não apresentando diferença estatística do tratamento com Paraquat na época de 8 DAA e com Glifosato aos 12 DAA. A população do tratamento com Diuron sempre foi inferior aos demais tratamentos. Na época de 20 DAA o tratamento com Diuron não difere estatisticamente dos demais resultados tendo uma população de 48000 plantas ha⁻¹ a menos que os demais. A planta de sorgo possui capacidade de incrementar sua produção quando está na ausência de competição inter e intraespecífica (Terra, et al. 2010).

Para Tamado et al. (2002), caso não haja controle de plantas infestantes na cultura do sorgo em até 4 semanas após a emergência das plantas, a perda de produção pode ser de 35 à 90% menor caso não tivesse presença de matocompetição. Os resultados de produtividade mostram diminuição na produção para os tratamentos com Glifosato e Paraquat, considerando que os herbicidas não apresentaram interferência residual na cultura, este fato pode ter sido ocasionado pela matocompetição ou interferências climáticas.

CONCLUSÕES

Os maiores valores para diâmetro de colmo e para massa seca de colmo, folhas e panícula são encontrados no tratamento com Diuron, com exceção da primeira época de plantio onde os valores sempre se mantiveram a baixo dos demais.

A partir da segunda época de plantio, houve um declínio nas variáveis diâmetro do colmo e massa seca do colmo nos tratamentos com Glifosato e Paraquat, devido à matocompetição ao decorrer dos dias.

O herbicida Diuron apresenta grande controle de plantas infestantes, além de fitotoxicidade na cultura do sorgo, reduzindo drasticamente o stand de plantas quando semeado logo após a aplicação da molécula. Sendo a população remanescente para os tratamentos 0, 4, 8, 12, 16 e 20 DAA, de 4000, 70000, 70000, 60000, 69667 e 92000 respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F.S. et al. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Embrapa Circular Técnica 132. Londrina, ago. 2017.
- AMIM, R.T. et al. Banco de sementes do solo após aplicação de herbicidas pré-emergentes durante quatro safras de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.51, n. 10, p. 1710-1719, out. 2016.
- CARVALHO, S.J.P. Glifosato aplicado com diferentes concentrações de uréia ou sulfato de amônio para dessecação

de plantas daninhas. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.43, n.11, p.1501-1508, nov. 2008.

- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Oitavo levantamento. 8 ed. Brasília: Estúdio Nous, p.145, 2018.
- EMATER. Cultura do sorgo. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/material_tecnico/a%20cultura%20do%20sorgo.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2018.
- EMBRAPA. Sorgo: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF, 2015, 332 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133823/1/Sorgo-500-perguntas-500-respostas.pdf>>. Acessado em: 15 mar. 2018.
- GALLI, A. J.B.; MONTEZUMA, M.C. Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura: Acadcom Gráfica e Editora Ltda, 2005, 67 p.
- GOTTEMS, L. Estudo aponta aumento do uso de herbicidas com soja RR, 2017. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/estudo-aponta-aumento-do-uso-de-herbicidas-com-soja-rr_398489.html>. Acessado em: 03 jul. 2018
- INOUE, M. H. et al. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá - PR, v.30, supl., p.631-638, 2008.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Climate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- MACHADO, V.M. et al. Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. Revista Brasileira de Herbicidas, v.11, n.2, p.139-147, mai./ago. 2012.
- MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). Revista Brasileira de Herbicidas, v.10, n.2, p.151-164, mai./ago. 2011.
- MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. Pesquisa & Tecnologia, v.2, n.2, jul-dez 2005.
- MONSOY. Manejo de pré-plantio. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/manejo_pre_plantio.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- MORAES, P.V.D.; ROSSI, P. Comportamento ambiental do glifosato. Scientia Agraria Paranaensis. Paraná, v.9, n.3, p.22-35, 2010.
- MARTINS, T. Herbicida Paraquat: conceitos, modo de ação e doenças relacionadas, Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v.34, n.2, p.175-186, jul./dez. 2013.
- OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Biologia e Manejo de Plantas Daninhas: Omnipax Editora, 2011, 362 p.
- OLIVEIRA JR, R.S. Conceitos importantes no estudo do comportamento de herbicidas no solo. Boletim Informativo – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.2, p.9-13, 2001.
- PROCÓPIO, S.O. et al. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.24, n.1, p.193-197, 2006.

- RIBAS P. M. Cultivo do Sorgo, 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491913/4/plantio.pdf>>. Acessado em: 15 mai. 2018.
- ROCHA, P.R.R.et al. Sorção e dessorção do diuron em quatro latossolos brasileiros. Planta daninha, Viçosa, v.31, n.1, jan./mar. 2013.
- ROSA, W.J. Cultura do Sorgo. Departamento Técnico da Emater–MG, 2012.
- SILVA, I.P. de F. et al. Herbicidas inibidores do fotossistema II – parte I. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, São Paulo, v.7, n.1, p.01-11, 2013.
- SILVA, P.C.S. da; LOVATO, C. Análise de crescimento e rendimento em sorgo granífero em diferentes manejos com nitrogênio. Revista da FZVA, Uruguaiana, v.15, n.1, p.15-33, jan./jun. 2008.
- SOUZA, J.R. et al. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência. Bragantia, v.68, p. 941-951, 2009.
- TAMADO, T.; SCHULTZ, W.; MILBERG, P. Germination ecology of the weed *Parthenium hysterophorus* in eastern Ethiopia. Ann. Appl. Biol., v.140, n.3, p.263-270, 2002.
- TAVIAN, A. et al. Adubação nitrogenada no desenvolvimento do sorgo forrageiro. Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal, v.6, n.1, p.33-37, jan./dez. 2014.
- TERRA, T.G.R. et al. Desenvolvimento e produtividade de sorgo em função das diferentes densidades de plantas. Biosci. J. Uberlândia, v.26, n.2, p.208-215, mar./abr. 2010.