

ROQUE DE CARVALHO DIAS

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM
ESPÉCIES DE GRAMA**

Botucatu

2018

ROQUE DE CARVALHO DIAS

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM
ESPÉCIES DE GRAMA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini
Coorientadora: Ivana Paula Ferraz Santos de Brito

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

D541s Dias, Roque de Carvalho, 1990-
Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em espécies de grama / Roque de Carvalho Dias. - Botucatu: : [s.n.], 2018
92 p.: il., color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2018
Orientador: Edivaldo Domingues Velini
Coorientador: Ivana Paula Ferraz Santos de Brito
Inclui bibliografia

1. Gramados. 2. Herbicidas. 3. Plantas daninhas - Controle. I. Velini, Edivaldo Domingues. II. Brito, Ivana Paula Ferraz Santos de. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

Ficha elaborada por : Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA EM ESPÉCIES DE GRAMA

AUTOR: ROQUE DE CARVALHO DIAS

ORIENTADOR: EDIVALDO DOMINGUES VELINI

COORIENTADORA: IVANA PAULA FERRAZ SANTOS DE BRITO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. EDIVALDO DOMINGUES VELINI

Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal / FCA / UNESP de Botucatu/SP

Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI

Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP

Prof. Dr. LEANDRO TROPALDI

Coordenadoria de Engenharia Agrônômica / FCAT/Unesp Dracena

Botucatu, 23 de fevereiro de 2018

A Deus, Jesus Cristo e Nossa Senhora Aparecida.

Aos meus amados pais, José Carlos e Cassia.

Aos meus irmãos Rafael e Michelly.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus sobre todas as coisas, o dom da vida, saúde, sabedoria e amor durante todos os momentos da minha vida pessoal, acadêmica e profissional.

Aos meus pais Cassia Simone de Carvalho Dias e José Carlos Dias, pela imensa dedicação, amor, cuidado e apoio incondicional em todos os dias da minha vida. Apenas posso agradecer por tudo que vocês têm me dado, pois nunca conseguirei compensar devidamente a dedicação que sempre manifestaram. Vocês são uma bênção sem comparação e só espero que um dia os meus filhos possam sentir um orgulho igual por mim.

Aos meus irmãos Rafael de Carvalho Dias e Michelly de Carvalho Dias, por se manterem presentes mesmo na ausência, se mantiveram incansáveis em suas manifestações de apoio e carinho. Pelas palavras e pela transmissão de confiança e força, em todos os momentos.

Minha Família, aos meus Avós, Tios, Tias e Primas, por sempre acreditarem em mim e pelas orações sinceras.

Ao Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini, pela orientação, paciência, disponibilidade, pelos sábios conselhos e contribuição a minha formação. Saliento as conversas e reflexões fundamentais ao longo desse percurso. Os seus ensinamentos foram muito além dos conteúdos teóricos, são uma inspiração.

Ao Prof. Dr. Caio Antônio Carbonari, pela disponibilidade, confiança, incentivo e por prontamente me ajudar sempre que o procurei.

Ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Boas e aos amigos Rafael Barcelos Mendonça e Tatiane Bortoletto Gomes da Silva pela parceria, aprendizados e incentivos na execução do trabalho.

À minha coorientadora Dra. Ivana Paula Ferraz Santos de Brito, pela sua disponibilidade na realização dos trabalhos, convivência, conselhos e amizade.

Aos técnicos e grandes amigos do Laboratório Nupam, José Guilherme Cordeiro, José Roberto Marques da Silva e Luiz Marcelo Siono, pelo apoio em todos os momentos, aprendizado, paciência e colaborações nas atividades realizadas. Sem dúvida, foram e são pessoas importantes durante esse percurso.

A todos os amigos do Nupam, em especial Ana Karollyna Alves de Matos, Carolina Pucci de Moraes, Gabrielle de Castro Macedo, Giovanna Larissa Gimenes Cotrick Gomes, Izabela Thaís dos Santos, Jéssica Alves Bonamichi, Leandro Bianchi, Leandro Tropaldi, Maria Lúcia Bueno Trindade, Olivia Pak Campos, Plínio Saulo Simões, Renan Fonseca Nascentes, Tais Santo Dadazio e Vitor Muller Anunciato, pela amizade e por toda colaboração durante essa trajetória.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Proteção de Plantas) da Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Botucatu-SP por permitir a obtenção desse título.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização e conclusão deste projeto.

Meus sinceros agradecimentos!

“Nunca ninguém se torna mestre num domínio em que não conheceu a impotência, e, quem aceita esta ideia, saberá também que tal impotência não se encontra nem no começo nem antes do esforço empreendido, mas sim no seu centro.”

Walter Benjamin

RESUMO

As plantas daninhas interferem nos gramados, prejudicando a sua formação, estabelecimento, qualidade e estética. Destaca-se dentre as diversas técnicas o uso de herbicidas, entretanto, são escassas as informações referentes a seletividade desses produtos em gramados. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência sobre as espécies *Axonopus compressus* (grama São Carlos), *Paspalum notatum* (grama Batatais), *Zoysia japonica* (grama Esmeralda) *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis* (grama Bermuda - Tifton 419). Foram realizados dois experimentos, todos em casa de vegetação e repetidos em diferentes momentos. As quatro espécies de grama foram transplantadas em vasos com capacidade de 2 L e aos 40 dias após o transplante foram realizadas as aplicações dos tratamentos. Os tratamentos constituíram-se pela aplicação de 13 herbicidas (g i.a. ha⁻¹): chlorimuron-ethyl (15); halosulfuron (112,5); imazapyr (125,0); metsulfuron-methyl (2,4); dicamba (288); triclopyr (600); 2,4-D (2010); clomazone nas formulações convencional e microencapsulada (1200); atrazine (1250); bentazon (600); flumioxazin (30); sulfentrazone (600), além de tratamento controle (sem aplicação de herbicida) para cada espécie estudada. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. As avaliações da taxa de cobertura verde (TCV) das espécies de gramas foram realizadas aos 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 41, 48, 55 e 62 dias após a aplicação (DAA); altura e fitointoxicação nos mesmos períodos da TCV exceto ao 0 DAA. Avaliou-se também aos teores de clorofila total e carotenoides aos 9, 18 e 27 DAA e biomassa seca das aparas aos 27 e 62 DAA. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo para os teores de clorofila total e biomassa seca das aparas, às médias comparadas pelo teste Tukey (p≤0,05). Já os resultados de TCV, fitointoxicação e altura dos herbicidas os dados da diferença mínima significativa (DMS) foram representados nos gráficos. Os efeitos dos herbicidas observados nas diferentes espécies de grama foi dependente da espécie, herbicida, época e recuperação do gramado. Os herbicidas que apresentaram potencial de seletividade para o gramado de *A. compressus* e *P. notatum* foram a atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl e sulfentrazone. Já para o gramado de *Z. japonica* foram considerados atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, halosulfuron, metsulfuron-methyl e 2,4-D flumioxazin e sulfentrazone. Com exceção do triclopyr, os produtos seletivos para *Z. japonica* podem também ser considerados seletivos para a grama Tifton 419.

Palavras-chave: gramados, plantas daninhas, *Axonopus compressus*, *Paspalum notatum*, *Zoysia japonica*, *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*.

ABSTRACT

Weeds interfere with turfgrass, hampering their formation, establishment, quality and aesthetics. Among the several techniques, the use of herbicides stands out, however, the information regarding the selectivity of these products in turfgrass is scarce. Thus, the aim of this work was to evaluate the selectivity of herbicides applied in post-emergence on the species *Axonopus compressus* (broadleaf carpetgrass), *Paspalum notatum* (bahiagrass), *Zoysia japonica* (japanese lawn grass), *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis* (bermudagrass -Tifton 419). Two studies were conducted, all in a greenhouse and repeated at different times. The four turfgrass species were transplanted in vessels with a capacity of 2 L and at 40 days after transplanting the applications of the treatments. The treatments consisted of the application of 13 herbicides (g i.a. ha⁻¹): chlorimuron-ethyl (15); halosulfuron (112.5); imazapyr (125.0); metsulfuron-methyl (2.4); dicamba (288); triclopyr (600); 2,4-D (2010); clomazone in conventional and microencapsulated formulations (1200); atrazine (1250); bentazon (600); flumioxazin (30); sulfentrazone (600), in addition to control treatment (without herbicide application) for each species studied. The experimental design was completely randomized with four replicates. The green cover rate (TCV) evaluations of the turfgrass species were performed at 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 41, 48, 55 and 62 days after application (DAA); and height and phytointoxication, in the same TCV period, except for 0 DAA. The levels of total chlorophyll and carotenoids were evaluated at 9, 18 and 27 DAA and dry biomass of the shavings at 27 and 62 DAA. The obtained data were submitted to analysis of variance by the F test, being the total chlorophyll content and dry biomass of the chips, compared to the Tukey test ($p \leq 0.05$).

On the other hand, the results of TCV, phytotoxification and herbicide height showed the minimum significant difference data (DMS). It was observed that the selectivity of the herbicides was dependent on turfgrass species, herbicide, season and plants recovery. The herbicides with selectivity potential for *P. notatum* e *A. compressus* were atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl e sulfentrazone. For the *Z. japonica* were, atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl, sulfentrazone and 2,4-D. With the exception of triclopyr, selective products for *Z. japonica* can also be considered selective for Tifton 419 turfgrass.

Keywords: turfgrass, weeds, *Axonopus compressus*, *Paspalum notatum*, *Zoysia japonica*, *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	Cultivo de gramas no Brasil	19
2.2	Aspectos gerais	20
2.2.1	Gramma Batatais (<i>Paspalum notatum</i> L.).....	22
2.2.2	Gramma Bermuda - Tifton 419 (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. x <i>Cynodon tranvaalensis</i> Burttt Davy).....	22
2.2.3	Gramma Esmeralda (<i>Zoysia japonica</i> Steud.).....	23
2.2.4	Gramma São Carlos (<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.).....	23
2.3	Manejo de plantas daninhas em gramados.....	24
2.4	Seletividade de herbicidas.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	Avaliações e análises dos experimentos	31
3.2	Taxa de cobertura verde	31
3.3	Fitointoxicação e altura.....	33
3.4	Teor de clorofila total e carotenoides	34
3.5	Biomassa seca.....	35
3.6	Análise estatística.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Gramma Batatais (<i>Paspalum notatum</i>) e Gramma São Carlos (<i>Axonopus compressus</i>).....	37
4.2	Gramma Bermuda - Tifton 419 (<i>Cynodon dactylon</i> x <i>Cynodon tranvaalensis</i>) e Gramma Esmeralda (<i>Zoysia japonica</i>)	61
5	CONCLUSÕES	84
	REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

Os gramados possuem uma ampla gama de situações em que podem ser utilizadas, como em áreas residenciais, esportivas, parques industriais, obras públicas, entre outros. Em cada ambiente, o gramado possui uma função específica que determinará a espécie mais indicada a ser empregada, bem como as práticas de manejo e manutenção. Mesmo sendo um mercado em crescente expansão, ainda são escassas as informações sobre o manejo de plantas daninhas em gramados, sobretudo quando as espécies infestantes pertencem à família Poaceae, mesma das gramas.

A presença de plantas daninhas em gramados pode acarretar uma série de problemas quanto ao desenvolvimento, formação, estética da área e manejo de corte. A introdução de plantas daninhas ocorre principalmente na implantação do gramado, devido ao uso de mudas oriundas de áreas com a presença de sementes de plantas daninhas e também pelo preparo do solo, que estimulam a germinação e desenvolvimento destas.

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas em gramados, o mecânico destaca-se como o mais utilizado, caracterizando-se por operações de roçagem ou arranquio manual. Entretanto, o método mecânico possui alguns inconvenientes, como a falta de efetividade de controle em locais onde as espécies daninhas presentes possuem grande capacidade de rebrota. Além disso, torna-se oneroso ou mesmo inviável do ponto de vista operacional em áreas extensas e/ou com altos níveis de infestação.

De forma geral, os gramados possuem tolerância à interferência causada por baixos níveis de infestação de plantas daninhas durante sua fase de estabelecimento. Contudo, o emprego de herbicidas faz-se necessário e constitui-se em ferramenta fundamental, mesmo nestas situações, visando garantir um bom aspecto e reduzir custos de controle com outros métodos de controle das plantas infestantes.

Segundo Monquero et al. (2012), o herbicida para ser utilizado em gramados não pode causar injúrias acima do nível de recuperação. Ademais, a seletividade de herbicidas em gramados é dependente da espécie e do produto utilizado, além disso, não há uma regra única de recomendação de herbicidas, logo, são necessárias recomendações diferenciadas, dependendo do nível de fitointoxicação

do gramado (CHRISTOFFOLETI; ARANDA 2001). A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico sendo a sua escolha baseada na seletividade a culturas monocotiledôneas e eficazes no controle de plantas daninhas de folhas largas e estreitas, podendo assim, apresentar elevado potencial para uso nesse sistema.

As moléculas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl, sulfentrazone, triclopyr e 2,4-D são eficientes no controle de plantas daninhas e em países como os EUA são empregadas em áreas de gramados por também serem seletivas a espécies de gramas (GIMENEZ et al., 1998, FERRELL et al., 2004, DERR, 2012, MCELROY; MARTINS, 2013). Já no Brasil, os trabalhos publicados destacam a seletividade em gramados aos herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, halosulfuron, metsulfuron-methyl, triclopyr, 2,4-D (CHRISTOFFOLETI; ARANDA, 2001, FREITAS et al., 2003; COSTA et al., 2010a; COSTA et al., 2010b; MONQUERO et al., 2012).

No Brasil não há registro no Ministério da Agricultura, Pecuária, e Abastecimento (BRASIL, 2018) de herbicidas para o controle de plantas daninhas em gramados. Somado a isso são incipientes as pesquisas relacionadas à interferência e danos, especialmente o manejo de plantas daninhas, o que dificulta ainda mais alavancar o mercado produtivo e consumidor. Assim, os estudos sobre os modos de ação, absorção e de seletividade de herbicidas podem contribuir para o registro de moléculas de uso seguro em gramados.

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em gramas *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. (grama São Carlos), *Paspalum notatum* L. (grama Batatais), *Zoysia japonica* Steud. (grama Esmeralda) e *Cynodon dactylon* (L.) x *Cynodon tranvaalensis* Burt Davy (grama Bermuda).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultivo de gramas no Brasil

Os gramados têm assumido lugar de destaque em todo mundo tanto pelo seu valor estético como por suas funcionalidades. O mercado brasileiro de grama cultivada teve início na década de 1970, juntamente com o início da Itogress Agrícola Ltda., no município de Itapetininga, SP. A grama coreana (*Zoysia matrella*) foi a primeira espécie produzida e comercializada no país (ZANON; PIRES, 2010).

No Brasil estima-se que o total de área plantada é de 24 mil hectares, com faturamento estimado em R\$ 500 milhões, sendo o Estado de São Paulo, o maior produtor nacional, respondendo por 40% da produção de gramas (ZANON; PIRES, 2010; ANTONIOLLI, 2015). Segundo Zanon e Pires (2010), do total da área cultivada, 74% correspondem à produção de grama Esmeralda, 24% de grama São Carlos e os 2% restantes se referem à grama Bermuda e outras espécies.

Com a valorização dos trabalhos paisagísticos, têm aumentado a utilização de gramados para as mais diversas finalidades, como, obras públicas, parques industriais, rodovias, estabilização de taludes, áreas esportivas e jardins residenciais. A presença de gramados gera muitos benefícios ao ambiente, além de proporcionar um local confortável e seguro para práticas esportivas e lazer. Levando em consideração o fator ambiental, apresentam ação antierosiva, recarregam os aquíferos, retendo a água da chuva, e, contribuem para amenizar a temperatura, por meio da retenção de calor (LINDE et al., 1998; PIMENTA, 2003).

A implantação de um campo de produção de gramas requer um planejamento que engloba a escolha e preparo do terreno, técnicas e equipamentos necessários, obtenção de mudas de qualidade, além de uma análise do mercado regional. Segundo Godoy et al. (2012), o sistema de produção de grama no Brasil, inicia-se com o preparo inicial do solo, com o uso de implementos e manejos convencionais, além do nivelamento adequado da área que facilitará a colheita. Numa segunda etapa realiza-se a aplicação de corretivos, adubação e o plantio das mudas, finalizando com um rolo compactador, com o objetivo de melhorar o contato solo/muda. No Brasil, o plantio da grama geralmente é feito por meio de propagação vegetativa e pode ser realizado por métodos manuais e semimecanizados. Dentre as técnicas de plantio destacam-se os tapetes (placas) que variam de tamanho, mas

geralmente tem de 0,4 m de largura e de 0,625 a 1,25 m de comprimento, e na forma de rolos de 0,75 x 40 m, que proporcionam maior rendimento no momento do plantio, porém, ambas as técnicas garantem boa cobertura e fechamento da área.

Outras duas ferramentas, desenvolvidas com o objetivo de minimizar os custos de implantação, principalmente em grandes áreas, são o plantio por “plugs”, também denominados “retalhos” de tapetes de grama e os “sprigs” que consiste no plantio de rizomas e estolões (SALVADOR; MINAMI, 2002). Durante a fase de implantação, o manejo fitossanitário, juntamente com o uso da irrigação e roçadas, tem por objetivo o estabelecimento, desenvolvimento e uniformidade ideal do gramado. Por último, a colheita de grama é realizada mecanicamente por máquinas de corte acopladas ou adaptadas a um trator.

Com a crescente demanda e maior nível de exigência quanto à qualidade do mercado consumidor, verifica-se impulso nas áreas produtoras, com destaque para regiões próximas aos grandes polos consumidores. Em relação a esse crescimento destacam-se dentre outros fatores, o desenvolvimento de novas variedades, maquinários, insumos, implantação e manutenção de gramados (GODOY, 2005).

Para a produção de grama, espera-se uma máxima cobertura, com boa coloração e integridade do tapete, desde o corte na área de produção até a sua instalação. Assim, diversas práticas de manejo são necessárias como, cortes contínuos, pulverizações de defensivos agrícolas e adubações (SANTOS et al., 2012).

Nesse contexto, deve-se considerar as diversas funcionalidades dos gramados com a utilização de herbicidas no manejo de plantas daninhas e seus respectivos efeitos. Em gramados esportivos a tolerância em relação aos sintomas de fitointoxicação é menor em comparação às espécies utilizadas em rodovias, taludes entre outros. Dessa maneira, o nível aceitável de injúrias aos gramados decorrente da aplicação de herbicidas pode ser variado em cada situação na qual é utilizado.

2.2 Aspectos gerais

Os gramados pertencem à família Poaceae, composta por seis subfamílias, 650 gêneros e aproximadamente 10.000 espécies (WATSON; DALLWITZ, 1992). No Brasil, são conhecidos 180 gêneros e 1500 espécies, dessas 50 são utilizadas com a finalidade ornamental (GURGEL, 2003). As gramas são plantas que apresentam

crescimento herbáceo, perenes ou anuais, estoloníferas ou rizomatosas, que formam coberturas homogêneas sobre o solo e persistem sob tráfegos e podas regulares (UNRUH, 2004).

São características dessas plantas possuírem meristema subapical, localizado na base da planta, formado por um grupo de nós e entrenós compactados, denominado coroa, fato esse que permite o crescimento em alta densidade, sob contínua desfolha provocada pelo corte ou roçada (UNRUH, 2004). Paralelamente, fatores como temperatura, luminosidade, tipo de solo, espécie, nutrientes no solo, disponibilidade de água e manejo do gramado são também considerados elementos importantes e que influenciam no crescimento e desenvolvimento fisiológico dessas plantas (CARRIBEIRO, 2010).

De acordo com Gurgel (2003), as espécies de gramas ornamentais e esportivas podem ser classificadas em dois grupos: espécies de estação quente e fria. As gramas de clima quente possuem capacidade de se desenvolver em temperaturas que variam de 27 a 35°C. Dentre essas, destacam-se: *Axonopus compressus* (São Carlos), *Paspalum notatum* (Batatais), *Zoysia japonica* (Esmeralda) e *Cynodon* spp. (Bermuda). Este grupo pode ser dividido ainda quanto ao tipo de hábito de crescimento, como rizomatosas e estoloníferas.

As gramas rizomatosas possuem grande capacidade de regeneração, pelo fato dos rizomas estarem abaixo da superfície do solo, assim, suas gemas de renovação ficam protegidas contra possíveis danos. Por esse motivo, essas variedades são utilizadas em gramados esportivos, na qual o tráfego é intenso e sempre ocorrem danos superficiais. Entretanto, são variedades exigentes em manutenção, desde adubação até a poda (GURGEL, 2003; UNRUH, 2004; GODOY, 2005). As gramas Batatais, Bermuda e Esmeralda são exemplos de plantas rizomatosas, sendo as duas últimas também estoloníferas (LAURETTI, 2003).

As gramas estoloníferas são mais sensíveis ao pisoteio, pois os estolões (base do crescimento) são superficiais e não devem ser usadas em locais de tráfego intenso. Apresentam capacidade de se desenvolver em áreas sombreadas, devido às suas folhas largas compensarem a escassez de luz, e são recomendadas para áreas ornamentais as gramas São Carlos e Santo Agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) (GURGEL, 2003; UNRUH, 2004).

As gramas consideradas de clima frio apresentam propagação via semente com ótimo poder de germinação, coloração verde intenso, boa resposta a adubação e

são utilizadas especificamente em sistema de “overseeding” (semeadura sobre outra grama pré-estabelecida). No Brasil, utiliza-se as espécies *Perennial ryegrass* (*Lolium perenne* L.), conhecida como azevém e a *Rough bluegrass* (*Poa trivialis* L.) (FRANÇA, 2012).

2.2.1 Grama Batatais (*Paspalum notatum* L.)

Espécie nativa no Continente Americano, apresenta variedades que se desenvolvem em regiões distintas. Planta rasteira, perene, que forma densa cobertura sobre o solo, bastante persistente, se reproduz via semente, e se multiplica a partir de rizomas (KISSMANN, 1997; LORENZI, 2008). Desenvolve-se melhor em áreas de pleno sol, com crescimento excessivo no verão, exigindo contínua manutenção de poda nesse período. Apresenta alta rusticidade e resistência à seca, aos solos ácidos e com baixa fertilidade, logo, são utilizadas principalmente em áreas de baixa manutenção como margens de rodovias e áreas industriais, por exemplo (GOATLEY et al., 1998).

2.2.2 Grama Bermuda - Tifton 419 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *Cynodon tranvaalensis* Burt Davy)

As variedades primitivas são originárias da África tropical, Índia e Malásia e hoje está amplamente distribuída pelas regiões tropicais e subtropicais. Planta perene com crescimento estolonífero e rizomatoso, reprodução via semente e vegetativa, que forma denso tapete com excelente cobertura do solo e resistência ao pisoteio. A grande taxa de crescimento desse gênero resulta em uma capacidade de altíssima recuperação de áreas marginais ou danificadas por tráfego excessivo (SILVA, 2008).

As gramas desse gênero não toleram sombra, e são altamente exigentes em nutrição, umidade e manutenção (KISSMANN, 1997; LORENZI, 2008). Um dos híbridos mais utilizados em gramados esportivos no Brasil, é o Tifway, também conhecido como Tifton 419, um cruzamento entre *C. dactylon* e *C. tranvaalensis* (GODOY, et al., 2012). As variedades oriundas desse cruzamento são, em sua maioria, amplamente utilizados em gramados esportivos devido à sua característica de rápida recuperação já citada.

2.2.3 Grama Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.)

É originária da Ásia e é a espécie mais comercializada no Brasil. É uma planta de ciclo perene, com folhas estreitas e médias (dependendo da variedade), de coloração verde esmeralda, com reprodução predominantemente vegetativa. Possui hábito de crescimento estolonífero e rizomatoso, conferindo densa cobertura sobre o solo, com alta resistência ao pisoteio. Adapta-se aos diferentes tipos de solos e desenvolve-se melhor em áreas de pleno sol, sendo sua principal utilização em gramados ornamentais e campos de golfe (GURGEL, 2003; GODOY, et al., 2012). São tolerantes à sombra, à seca e à salinidade, todavia, necessitam de mais tempo para crescer, quando comparada com as gramas Bermuda e a Santo Agostinho (DERNOEDEN, 1999).

2.2.4 Grama São Carlos (*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.)

A grama São Carlos é nativa da região do sul do Brasil, possui ciclo perene, com folhas largas e pilosas, de coloração verde brilhante. Se desenvolve bem em solos pobres e em uma ampla faixa de pH, resiste bem às baixas temperaturas, e na região sul do Brasil é uma das poucas gramíneas que permanecem verdes durante o inverno, e por isso, recebe também o nome de “sempre verde”. É uma planta estolonífera, com caules rastejantes que emitem de espaço em espaço raízes e folhas, formando tapetes com baixa densidade.

A reprodução pode ser vegetativa e também por sementes. Tem como principais problemas a baixa resistência ao pisoteio e má formação de tapetes, devido à suscetibilidade de seus estolões ao apodrecimento, dessa forma, não é recomendada para gramados esportivos e sim para áreas residenciais (KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; GODOY, et al., 2012). Apresenta boa adaptação a áreas sombreadas e exigência média em termos de nutrição, não se adaptando a solos pesados e mal drenados (GURGEL, 2003).

2.3 Manejo de plantas daninhas em gramados

As plantas daninhas podem interferir de várias maneiras na formação de gramados, dificultando a condução e prejudicando a estética, além de competirem por água, luz, nutrientes e espaço físico, chegando em muitos casos a causar morte das plantas. Além disso, gramados residenciais ou comerciais, livres da presença de plantas daninhas, aumentam o valor da propriedade e a atratividade do negócio (MCELROY; MARTINS, 2013). A presença de uma comunidade de plantas daninhas diminui a uniformidade do gramado devido à variabilidade no hábito de crescimento, cor e largura das folhas e proporciona dificuldades na manutenção do corte (HEPHNER et al., 2013; UDDIN et al., 2014).

De maneira geral, a introdução das plantas daninhas ocorre majoritariamente na fase de implantação do gramado, com a utilização de solo e de mudas possivelmente originárias de áreas com a presença de diversas espécies de plantas daninhas. Demattê (1988) verificou que a presença da tiririca em gramados estava relacionada, principalmente, com a contaminação dos tapetes durante a implantação.

A infestação de plantas daninhas pode ser beneficiada pela degradação do gramado, em razão da compactação do solo e cortes sucessivos; também a retirada da grama aparada sem a devida reposição dos nutrientes, pode levar à predominância da comunidade infestante (FREITAS et al., 2003). Embora os gramados, quando bem adaptados e geneticamente resistentes a tensões bióticas e abióticas tolerem a interferência das plantas daninhas em baixos níveis durante o seu estabelecimento (JOHNSON; CARROW, 1999, BUSEY, 2003), o controle de plantas daninhas torna-se imprescindível visando à manutenção e assim prolongar a vida útil do mesmo.

Dentre as principais plantas infestantes em gramados no Brasil, destacam-se o carrapicho-beiço-de-boi (*Desmodium incanum*), zórnia (*Zornia latifolia*), tiririca (*Cyperus flavus* e *C. rotundus*), trevo-branco (*Trifolium repens*), roseta (*Soliva pterosperma*), trevo-azedo (*Oxalis corniculata*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), picão-preto (*Bidens pilosa*), barba de facão (*Crepis japonica*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), gertrudes (*Apium leptophyllum*) e braquiária (*Urochloa decumbens*) (FREITAS et al., 2003; MACIEL et al., 2008; NORDI; OLIVERIA, 2011; MACIEL et al., 2013; MACIEL et al., 2016).

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas, o mecânico, por meio de roçadas e arranquio manual, é o mais utilizado em gramados, entretanto, espécies com alta capacidade de rebrota necessitam de roçadas frequentes. Outro ponto a ser considerado é que, em áreas extensas, com alto nível de infestação, esse tipo de operação torna-se inviável, por apresentar custo elevado e pela dificuldade operacional (FREITAS et al., 2003). O controle químico por meio de herbicidas é uma alternativa que facilita a manutenção dos gramados, melhorando o seu aspecto e reduzindo os custos (MCELROY; MARTINS, 2013), contudo depende da seleção de herbicidas eficientes no controle, e ao mesmo tempo, seletivos ao gramado.

Busey e Johnston (2006) destacaram a importância do manejo integrado das plantas daninhas em gramados; para seu sucesso, faz-se necessário a identificação correta da comunidade infestante, além das interações dos manejos cultural e químico, uma vez que essas práticas podem ser complementares, além de proporcionar maior flexibilidade para as tomadas de decisão e exercer menor pressão de seleção de biótipos resistentes sobre as plantas daninhas.

2.4 Seletividade de herbicidas

A seletividade é definida como a capacidade de um herbicida matar ou retardar o crescimento de uma ou mais espécies de plantas daninhas, e ao mesmo tempo, não prejudicar outras plantas de interesse comercial (AZANIA; AZANIA, 2014). Logo, o conhecimento em relação à seletividade de um herbicida é pré-requisito básico para o sucesso do controle químico.

Ressalta-se que a base da seletividade dos herbicidas é o nível diferencial de tolerância das culturas e das plantas daninhas a um tratamento específico. A seletividade trata-se, portanto, de um fator relativo, e não absoluto (OLIVEIRA JÚNIOR; INOUE, 2011). Assim, quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação.

Azania e Azania (2014) relataram que a seletividade dos herbicidas está relacionado à combinação de fatores inerentes à planta (estádio de desenvolvimento, absorção e translocação diferencial, entre outros); ao herbicida (estrutura molecular, dose, formulação, entre outros), (modo de aplicação que permita o contato do herbicida com as plantas daninhas); ao ambiente (textura, água disponível no solo entre outros) e o uso de protetores químicos ou “safeners”.

É importante ressaltar que a utilização de herbicidas não seletivos pode provocar injúrias aos gramados e dificultar o estabelecimento na área, resultando em mais problemas com as plantas daninhas, que podem passar a ocupar os espaços deixados pelas plantas que foram intoxicadas durante o tratamento herbicida (FAGERNESS et al., 2002). Segundo Christoffoleti e Aranda (2001), não existe uma regra única de recomendação de herbicidas, sendo, portanto, necessárias recomendações diferenciadas, dependendo do nível de toxicidade tolerado pelo gramado.

Christoffoleti e Aranda (2001), constataram seletividade do halosulfuron (112,5 g i.a. ha⁻¹) e 2,4-D (2010 g i.a. ha⁻¹) às gramas São Carlos, Esmeralda, Bermuda e Santo Agostinho. Já Monquero et al. (2012), concluíram que os herbicidas bentazon (0,72 g i.a. ha⁻¹), 2,4-D (670 g i.a. ha⁻¹) e halosulfuron (112,5 g i.a. ha⁻¹), foram seletivos para as gramas Esmeralda, São Carlos, Batatais, Japonesa e Santo Agostinho.

Em estudo avaliando o controle de *Desmodium incanum* (carrapicho-beiço-de-boi) e a *Zornia latifolia* (zórnia) em grama Batatais, verificou-se que o triclopyr nas doses de 0,48 e 0,66 kg i.a. ha⁻¹ foi suficiente para o controle de 90% dessas plantas daninhas e seletivo para essa grama (FREITAS et al., 2003).

De acordo com Costa et al. (2010a) os herbicidas que apresentaram potencial de seletividade para a grama Batatais foram: chlorimuron-ethyl (15 g i.a. ha⁻¹), ethoxysulfuron (150 g i.a. ha⁻¹), pyriithiobac-sodium (140 g i.a. ha⁻¹), 2,4-D (720 g i.a. ha⁻¹), bentazon (600 g i.a. ha⁻¹) e fomesafen (187,5 g i.a. ha⁻¹). Já para a grama São Carlos foram o chlorimuron-ethyl (15 g i.a. ha⁻¹), ethoxysulfuron (150 g i.a. ha⁻¹), halosulfuron (112,5 g i.a. ha⁻¹), iodosulfuron-methyl (10 g i.a. ha⁻¹), metsulfuron-methyl (2,4 g i.a. ha⁻¹), pyriithiobac-sodium (140 g i.a. ha⁻¹), 2,4-D (720 g i.a. ha⁻¹), quinclorac (375 g i.a. ha⁻¹), atrazine (1.250 g i.a. ha⁻¹), bentazon (600 g i.a. ha⁻¹) e fomesafen (187,5 g i.a. ha⁻¹). Costa et al. (2010b) concluíram que, para a grama esmeralda as mesmas dosagens, dos herbicidas chlorimuron-ethyl, ethoxysulfuron, halosulfuron, metsulfuron-methyl, nicosulfuron, 2,4-D, quinclorac, atrazine, bentazon, fomesafen, lactofen e oxadiazon, apresentaram potencial seletividade.

Em gramados, quando se trata do uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas, a maior dificuldade está na definição do produto a ser utilizado, uma vez que no Brasil, não há registro de moléculas (MAPA, 2018). Em contrapartida, nos

Estados Unidos são registados 51 herbicidas com 10 diferentes mecanismos de ação dos produtos para gramados (LEON; UNRUH, 2015).

No Brasil, são poucos os estudos publicados sobre seletividade de herbicidas em gramados e, segundo Maciel (2010), a maior parte das informações é divulgada de maneira informal e sem respaldo científico em relação aos aspectos relacionados à seletividade, eficácia, tecnologias de aplicação e riscos toxicológicos para o aplicador e o ambiente. Dessa maneira, torna-se fundamental a identificação de herbicidas seletivos e que apresentem mecanismos de ação distintos, visando a rotação de moléculas, para o desenvolvimento de estratégias de manejo de plantas daninhas em gramados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos oito experimentos em diferentes momentos em casa de vegetação no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), pertencente ao Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), em Botucatu, São Paulo. A análise físico-química do solo empregado nos experimentos foi realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo, conforme metodologia descrita por Raji et al. (2001) e pelo Laboratório de Física do Solo, ambos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/Unesp. As características físico-químicas do solo estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise química e física do solo utilizado no estudo.

pH (CaCl ₂)		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	Ca ²⁺	K ⁺
4,8		2,00	48,00	33,00	23,00	1,30
M.O. (g dm ⁻³)	P resina (mg dm ⁻³)	CTC (pH=7) (mmol _c dm ⁻³)	V (%)	Areia	Silte (g kg ⁻¹)	Argila
23	16	83,00	41,00	246	201	533

Os experimentos foram conduzidos utilizando as espécies de grama: Batatais (*Paspalum notatum* L.), Bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *Cynodon tranvaalensis* Burt Davy), Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) e São Carlos (*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.). Os tapetes de grama foram cortados em dimensões de 15x15 cm e transplantados para vasos plásticos, com capacidade para 2 L, preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013). A adubação foi realizada com base na análise de solo, 40 dias antes do transplante conforme recomendando por Godoy et al. (2012).

Durante a condução dos experimentos os vasos foram irrigados de acordo com a necessidade da cultura, visando manter a umidade necessária para o bom desenvolvimento das plantas. Nos sete dias que seguiram a aplicação, a irrigação foi realizada via solo, visando garantir que não haveria lavagem dos herbicidas aplicados na parte aérea das plantas. Após esse período, a irrigação foi realizada superficialmente, sobre os vasos, havendo contato da parte aérea com a água, e consequentemente, sutil lavagem da folhagem.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, composto por 14 tratamentos e quatro repetições para cada espécie de grama, conforme Tabela 2. A escolha dos herbicidas, bem como suas doses foi realizada de modo a empregar diferentes e eficientes moléculas no controle de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas em gramados, utilizados no Brasil e nos Estados Unidos (CHRISTOFFOLETI; ARANDA, 2001, FREITAS et al., 2003, COSTA et al., 2010a, COSTA et al., 2010b, MONQUERO et al., 2012, LEON; UNRUH, 2015). Em relação ao herbicida clomazone, para este trabalho, buscou-se utilizar uma dose elevada dessa molécula, com o intuito de avaliar o comportamento do gramado frente a uma situação crítica, posto que não há relatos na literatura a respeito desse herbicida em gramados. Ressalta-se, contudo, que doses inferiores as utilizadas nesse trabalho podem ser importantes e eficazes no controle de plantas daninhas. Os períodos de condução dos experimentos estão descritos na Tabela 3 e os dados diários de temperatura foram monitorados e agrupados em médias semanais, e estão apresentados na Figura 2A e 2B.

Tabela 2 - Relação dos tratamentos aplicados em pós-emergência das espécies de grama.

Tratamento	Produto comercial	Mecanismo de ação	Dose (g i.a. ha ⁻¹)
Controle (sem herbicida)	--	--	--
Chlorimuron-ethyl	Classic [®]	ALS	15,0
Halosulfuron	Sempre [®]	ALS	112,5
Imazapyr	Contain [®]	ALS	125,0
Metsulfuron-methyl	Ally [®]	ALS	2,4
Dicamba	Banvel [®]	Auxina	288,0
Triclopyr	Garlon 480 BR [®]	Auxina	600,0
2,4-D	DMA 806 BR [®]	Auxina	2010,0
Clomazone convencional	Gamit Star [®]	Inibidor de carotenoide	1200,0
Clomazone microencapsulado	Gamit 360 CS [®]	Inibidor de carotenoide	1200,0
Atrazine	Atrazina Nortox 500 SC [®]	Fotossistema II	1250,0
Bentazon	Basagran480 [®]	Fotossistema II	600,0
Flumioxazin	Flumyzin 500 [®]	Prottox	30,0
Sulfentrazone	Boral 500 SC [®]	Prottox	600,0

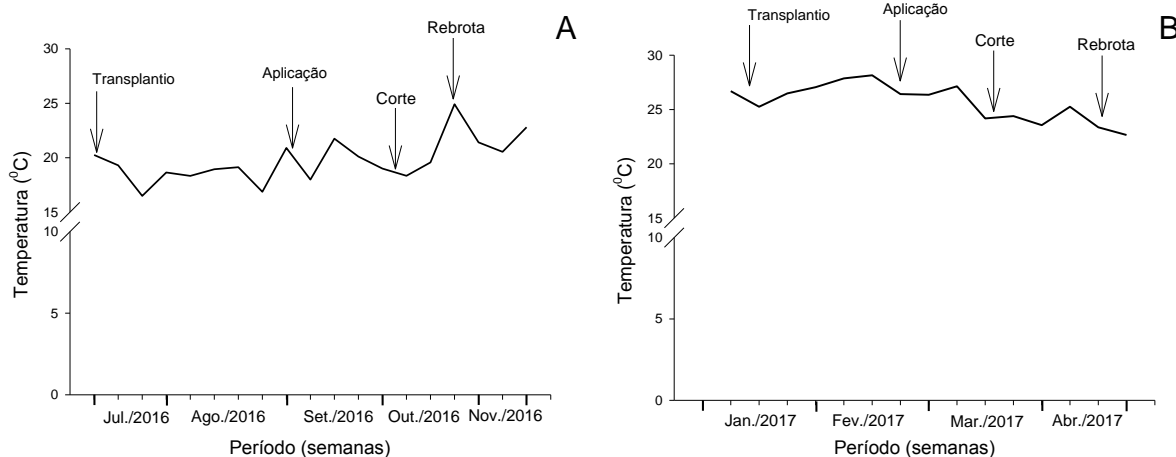
i.a.: Ingrediente ativo

Tabela 3 - Períodos de realização dos experimentos.

Transplântio	Aplicação	Corte (0-27 ¹ DAA)	Rebrota (41-62 ¹ DAA)
1° experimento			
31/07/2016	08/09/2016	07/09-05/10/2016	19/10-09/11/2016
2° experimento			
14/01/2017	22/02/2017	21/02-17/03/2017	31/03-21/04/2017

¹DAA: Dias após a aplicação.

Figura 1 - Dados diários de temperatura (°C) agrupados em semanas e momentos em que foram realizados o transplântio, aplicação, corte e rebrota para o primeiro (A) e segundo experimento (B), respectivamente.



As aplicações dos tratamentos foram realizadas 40 dias após o transplântio dos tapetes utilizando um pulverizador estacionário, em sala fechada, com barra de pulverização com quatro pontas XR 110.02 (Teejet®, Jacto Máquinas Agrícolas SA), espaçadas em 0,5 m entre si e posicionadas a 0,5 m de altura em relação às plantas. O sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, e o volume de calda utilizado correspondeu a 200 L ha⁻¹, aplicado sob pressão constante de 150 kPa, pressurizado por ar comprimido (Figura 2).

Figura 2 - Pulverizador estacionário com as unidades experimentais no momento da aplicação.



3.1 Avaliações e análises dos experimentos

Em todos os experimentos as avaliações foram divididas em dois períodos, 0 até 27 dias após a aplicação (DAA), e a rebrota de 41 até 62 DAA, sendo a primeira realizada de 3 em 3 dias e a segunda de 7 em 7 dias, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Períodos de realização dos experimentos.

Avaliações	Períodos
Taxa de Cobertura Verde	0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 41, 48, 55 e 62 DAA ¹
Altura	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 41, 48, 55 e 62 DAA
Fitointoxicação	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 41, 48, 55 e 62 DAA
Clorofila total e carotenoides	9, 18, 27 DAA
Biomassa seca das aparas	27 e 62 DAA

¹DAA: dias após a aplicação

3.2 Taxa de cobertura verde

Para a taxa de cobertura verde, foram realizadas fotografias da mesma área do vaso utilizando uma câmera digital de 3.0 megapixels fixada em uma estrutura denominada “Light Box” (Figura 3), semelhante à confeccionada por Peterson et al. (2011). Essa estrutura possui lâmpadas fixadas na parte superior interna e

conectadas à energia elétrica, para uniformização da luminosidade no momento da fotografia.

As imagens armazenadas foram descarregadas em computador e a taxa de cobertura verde determinada por meio do software SigmaScan (v.5.0, SPSS, Inc., Chicago IL 60611).

A avaliação da taxa de cobertura verde por meio de análise de imagem digital, fornece uma medida quantitativa da porcentagem de cobertura da grama através do exame de pixels. Os valores de cobertura para cada espécie foram calculados dividindo o número de pixels verdes pelo número total de pixels em cada imagem. As medições são realizadas em função das cores primárias vermelho, verde e azul, correspondentes aos valores de tonalidade, saturação e brilho para cada imagem (KARCHER; RICHARDSON 2003).

Uma vez que as espécies de grama diferem em relação às cores, foi realizado um trabalho preliminar de calibração das fotos para identificar os intervalos específicos. Desse modo, o intervalo de saturação foi ajustado de 30 a 100 para grama Bermuda, 28 a 100 para Esmeralda, 32 a 100 São Carlos e Batatais. A faixa de tonalidade foi ajustada para 47 a 100 para Bermuda, 45 a 113 para Esmeralda e 43 a 113 para São Carlos e Batatais, conforme demonstrado na Figura 4. A calibração e os valores encontrados para intervalo de saturação e tonalidade também foram descritos em trabalhos avaliando os efeitos dos herbicidas em gramados (DOROH et al., 2011; FLESSNER et al., 2011; HENRY et al., 2012; MCCULLOUGH et al., 2012; HOYLE et al., 2013).

Figura 3 - Equipamento utilizado para uniformização da luminosidade e da área fotografada “Light Box”.

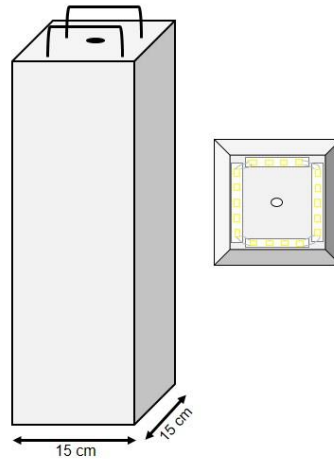
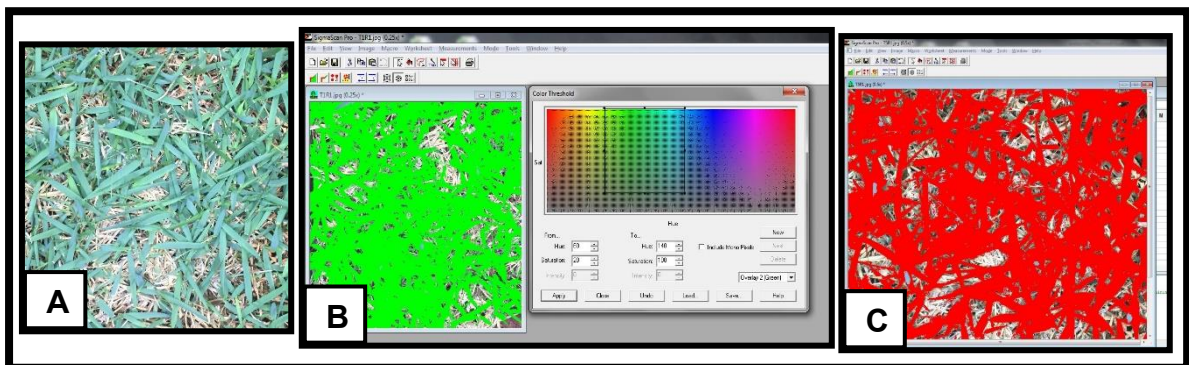


Figura 4 - Etapas para a quantificação da cobertura verde do gramado. A) foto original da espécie de grama; B) calibração da foto pelo software; C) taxa de cobertura verde.



3.3 Fitointoxicação e altura

Foram realizadas avaliações visuais de fitointoxicação, por meio de uma escala de notas, na qual, “0” correspondeu a nenhuma injúria demonstrada pelas plantas e “100” a morte das plantas, de acordo com a metodologia proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD (1995). Desse modo, a fim de evitar prejuízos ao aspecto visual do gramado e facilitar a interpretação dos resultados de fitointoxicação, considerou-se como sintomas leves os valores

inferiores a 10%; moderados 10,1 a 20%; e como severos e não aceitáveis esteticamente, as notas superiores a 20% (COSTA et al., 2010a).

A avaliação de altura das plantas foi realizada, com a média da altura em dois pontos do gramado em cada vaso, medida com auxílio de uma régua graduada em milímetros, considerando a distância vertical entre a superfície do solo e as pontas das folhas em inclinação natural (Figura 5).

Figura 5 - Avaliação da altura de plantas (cm).



3.4 Teor de clorofila total e carotenoides

A quantificação dos teores de clorofila total e carotenoides foi realizada aos 9, 18 e 27 DAA. Para tanto, foram coletadas 0,5 g de amostras de tecido foliar fresco em todos os vasos, os quais foram posteriormente cortados em fragmentos de aproximadamente 0,5 cm, para determinação dos teores de clorofila, segundo ARNON (1949). Do material fragmentado, utilizou-se 0,2 g de biomassa fresca em tubos "falcon" contendo 10 mL de fase 80:20 de acetona e água (v/v). Esses foram fechados e mantidos no escuro durante 24 horas em geladeira, sendo posteriormente centrifugados a 4000 rpm, durante 5 minutos. Após esse período, coletou-se o sobrenadante para determinação dos valores de absorbância, e com elas os cálculos para a determinação dos teores de clorofilas e carotenoides. Todas as leituras de absorbância foram feitas utilizando-se um espectrofotômetro UV-Visível do tipo duplo feixe e com dois monocromadores (Shimadzu, UV-VIS 2700, Japão) (Figura 6).

Os comprimentos de onda utilizados nas leituras foram 663, 645 e 470nm, e para determinação dos teores de clorofila e carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$), utilizou-se as equações abaixo relacionadas:

$$\text{Clorofila } a = (12,7 \times A_{663 \text{ nm}} - 2,64 \times A_{645 \text{ nm}});$$

$$\text{Clorofila } b = (22,9 \times A_{645 \text{ nm}} - 4,68 \times A_{663 \text{ nm}});$$

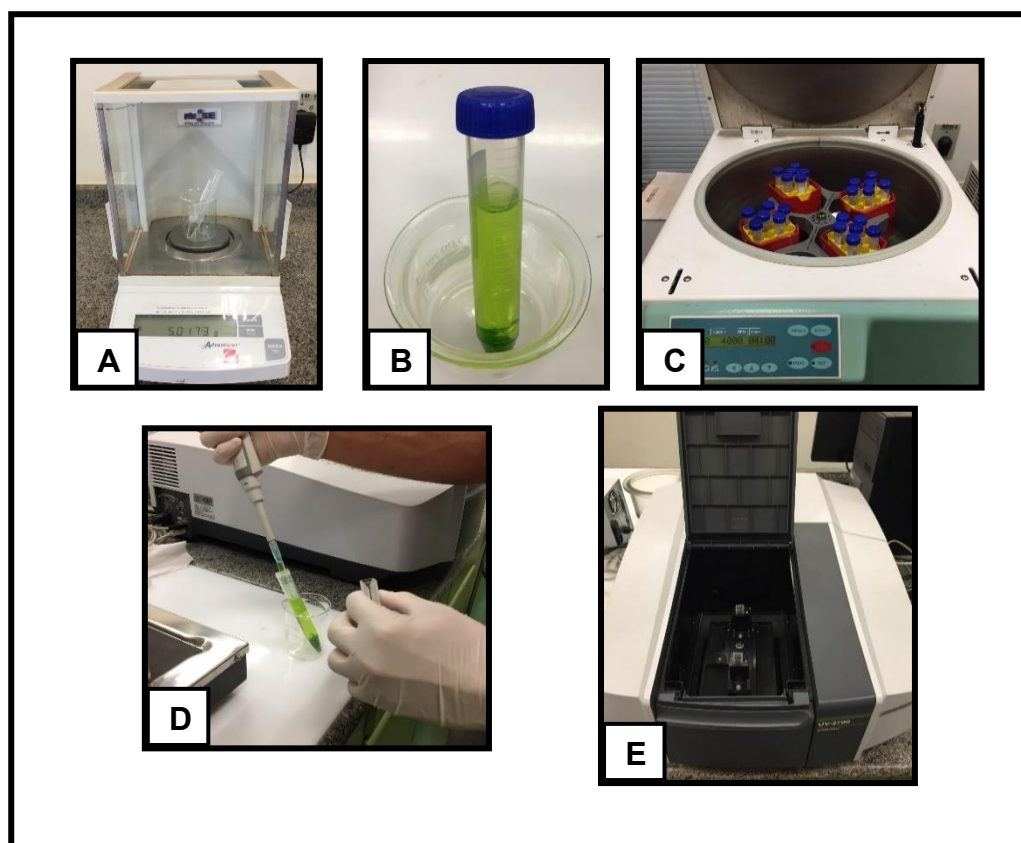
$$\text{Carotenoide} = (1000 \times A_{470} - 3,27 \times [\text{Clorofila } a] - 104 \times [\text{Clorofila } b]) / 198$$

$$\text{Clorofila Total} = \text{Clorofila } a + \text{Clorofila } b$$

Onde, A é a absorbância no comprimento de onda indicado.

Figura 6 - Procedimentos para extração dos teores de clorofila total e carotenoides.

A) pesagem dos tubos com as folhas da planta analisada; B) adição de 10 mL de fase 80:20 de acetona e água (v/v); C) centrifuga; D) retirada das amostras para as leituras; E) espectrofotômetro.



3.5 Biomassa seca

Em todos os experimentos foram coletadas as aparas aos 27 e 62 DAA com o auxílio de tesouras de poda, e para uniformizar o corte, esses foram realizados rente ao solo, para posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até

atingir massa constante, sendo a biomassa seca determinada em balança analítica (Figura 7).

Figura 7- Determinação da biomassa seca (g).



3.6 Análise estatística

Os dados, em ambos os experimentos, foram submetidos à análise de variância, sendo às médias comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Para a taxa de cobertura verde, fitointoxicação e altura das espécies de grama os dados da diferença mínima significativa (DMS) foram representadas nos gráficos elaborados pelo Sigmaplot (SYSTAT SOFTWARE, versão 12.0, San Jose).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral observou-se efeito inversamente proporcional em relação a taxa de cobertura verde (TCV) e fitointoxicação dos herbicidas aplicados em pós-emergência nas espécies *Paspalum notatum* (Gramma Batatais), *Cynodon dactylon* x *Cynodon tranvaalensis* (Bermuda - Tifton 419), *Zoysia japonica* (Esmeralda) e *Axonopus compressus* (São Carlos). Assim, à medida que o herbicida causou injúrias no gramado, houve redução na cobertura verde. A determinação da TCV em gramados em resposta ao tratamento com herbicidas, é considerada uma importante técnica, afim de verificar os efeitos e a seletividade dessas moléculas (DOROH et al., 2011; FLESSNER et al., 2011; HENRY et al., 2012; MCCULLOUGH et al., 2012; HOYLE et al., 2013).

4.1 Grama Batatais (*Paspalum notatum*) e Grama São Carlos (*Axonopus compressus*)

Nas figuras 8, 9, 10 e 11 estão apresentados os resultados da taxa de cobertura verde (TCV) e fitointoxicação observados em grama Batatais e São Carlos após a aplicação em pós-emergência dos herbicidas.

Os herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba e halosulfuron não causaram injúrias e não interferiram na TCV (próximos ao controle) em todos os períodos avaliados nos dois experimentos em gramados de *P. notatum* e *A. compressus* (Figuras 12, 13, 14 e 15).

Resultados semelhantes também foram verificados após a aplicação do herbicida halosulfuron nas doses de 35 e 70 g ha⁻¹ em que não constatou-se injúrias e redução na TCV em gramado (*P. vaginatum*) (PATTON et al., 2010). Unruh et al. (2006), em estudos a campo durante dois anos em gramado com a espécie *P. vaginatum* constataram seletividade dos herbicidas bentazon (2200 g ha⁻¹), dicamba 280 (g ha⁻¹) e halosulfuron (70 g ha⁻¹).

Ferrell et al. (2003) consideraram seletivo o herbicida halosulfuron (60 g ha⁻¹) em trabalho realizado nos EUA em gramado “Centipedegrass” (*Eremochloa ophiuroides*). Para mesma espécie os herbicidas bentazon e dicamba não afetaram a qualidade do gramado, sendo considerados seletivos (LAWSON et al., 2002). Com relação a espécie *P. vaginatum* o herbicida atrazine (2240 g ha⁻¹), causou sintomas

de fitointoxicação de 28% em até 4 semanas após a aplicação (MCCULLOUGH et al., 2012). Contudo, isso pode ser explicado devido a dose 55% superior à utilizada nesse estudo.

Costa et al. (2010a), consideraram que apesar dos herbicidas bentazon (600 g ha^{-1}) e chlorimuron-ethyl (15 g ha^{-1}) proporcionarem sintomas leves de intoxicação (<10%), os quais foram se dissipando e considerados seletivos em grama Batatais e São Carlos. Christoffoleti e Aranda (2001), aplicaram o herbicida halosulfuron ($112,5 \text{ g ha}^{-1}$) em grama São Carlos, e o consideraram seletivo para essa planta.

Monquero et al. (2012), relataram sintomas de fitointoxicação de 20 e 36% aos 14 DAA ao herbicida bentazon (720 g ha^{-1}) em espécies de grama Batatais e São Carlos, respectivamente. Entretanto, houve recuperação dessas plantas após 21 DAA, com potencial para uso nesses gramados. Marques et al. (2012) considerou seletivo o herbicida bentazon (720 g ha^{-1}) aplicado em grama Batata e São Carlos.

De maneira geral, em relação aos herbicidas flumioxazin e sulfentrazone, observou-se sintomas de fitointoxicação e redução na TCV, sendo os efeitos mais intensos no segundo experimento em ambas as espécies. As injúrias caracterizadas por clorose nas folhas por esses herbicidas foram consideradas severas (>20%) e, devem-se pela inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX ou PPO) (Figuras 12, 13, 14 e 15). Essa inibição acarreta o acúmulo de protoporfirinogênio IX, que é uma molécula extremamente reativa que na presença de luz e oxigênio produz o oxigênio singlete e radicais livres que apresentam a capacidade de oxidação em lipídios de membrana (TRIPATHY et al., 2007; JUNG et al., 2008).

Em ambas as espécies testadas os sintomas de fitointoxicação nos dois experimentos iniciaram-se aos 3 DAA, e ao final, após os 27 DAA (rebrotas), houve recuperação dos gramados. Para essa variável observou-se que o herbicida flumioxazin proporcionou sintomas mais severos em plantas da espécie *A. compressus* e o sulfentrazone em *P. notatum*. Em grama Batatais, destaca-se que aos 6 e 3 DAA, primeiro e segundo experimento respectivamente, iniciou-se as reduções na TCV (Figura 8). Entretanto, aos 12 DAA houve crescimento das plantas tratadas apresentando cobertura verde próxima ao tratamento controle (sem herbicida). Já em grama São Carlos, aos 9 e 6 DAA o herbicida sulfentrazone causou reduções na TCV, contudo, a partir de 15 e 12 DAA, primeiro e segundo experimento, respectivamente, não foram constatadas influência nessa variável (Figura 10). Para essa espécie de grama, salienta-se, que o herbicida flumioxazin

afetou negativamente a TCV. No primeiro experimento as reduções foram de 9 até 27 DAA e no segundo, já foram observados sintomas aos 3 DAA.

Independente da espécie houve recuperação do gramado chegando a níveis de cobertura verde $\geq 90\%$ aos 62 DAA (Figuras 8 e 10). Ademais, sendo o sulfentrazone e flumioxazin herbicidas essencialmente de contato, com o crescimento da planta, novas folhas sem sintomas foram lançadas, reduzindo, em proporção, a área afetada pelos herbicidas. Christoffoleti e Aranda (2001), verificaram sintomas iniciais para a aplicação de sulfentrazone (1400 g ha^{-1}) em gramados, porém, em decorrer do tempo houve recuperação das plantas tratadas. Em estudos realizados por Costa et al. (2010a), Monquero et al. (2012) e Marques et al (2012), demonstraram efeitos iniciais em grama Batatais e São Carlos pela aplicação de herbicidas inibidores da PROTOX, porém com dissipação das injúrias com o decorrer do tempo, sendo considerados potenciais seletivos para essas espécies.

A aplicação do herbicida metsulfuron-methyl causou injúrias iniciais leves, caracterizada pela intoxicação mais lenta e aos 27 DAA, essas foram consideradas severas (22,5%) (Figuras 9, 12 e 13). Os sintomas considerados típicos, foram o amarelecimento do gramado, que refletiu na redução do cobertura verde (73%) nesse mesmo período, em grama Batatais (Figura 8). Costa et al. (2010a), na mesma dose para esse herbicida, relataram sintomas intensos (28%) até os 7 DAA, com recuperação após esse período. Patton et al. (2010) reportaram seletividade para *P. vaginatum* sob a aplicação do herbicida metsulfuron-methyl (21 g ha^{-1}). Nesse presente estudo, houve a recuperação da grama com valores próximos $\geq 95\%$ cobertura verde aos 62 DAA. Vale ressaltar que a tolerância ao herbicida metsulfuron-methyl é dependente da cultivar de *Paspalum* utilizada (Bunnell et al., 2003). Analisando o efeito desse herbicida em *A. compressus* não foram verificados sintomas de fitointoxicação e reduções no TCV nos dois experimentos realizados (Figura 14 e 15). Esse resultado corrobora com o encontrado por Costa et al. (2010a), que concluíram que o metsulfuron-methyl ($2,4 \text{ g ha}^{-1}$), apresenta potencial em aplicação em pós-emergência para essa espécie.

Para o herbicida imazapyr, observou-se que a intensidade dos sintomas nas plantas foi crescente no decorrer do tempo, proporcionando sintomas severos e provocando a morte das plantas em ambas as espécies (Figuras 12, 13, 14 e 15). Em *P. notatum* os efeitos de fitointoxicação e redução no TCV, foram constatados a

partir de 9 DAA (Figuras 8 e 9). Já em *A. compressus* sintomas de fitointoxicação foram verificados aos 9 e 6 DAA, no primeiro e segundo experimento, respectivamente (Figura 11). Nelson et al. (1993), relataram a supressão de plantas *P. notatum* pela aplicação da mistura imazapyr + imazethapyr (280 + 110 g ha⁻¹). Os autores verificaram efeitos negativos na coloração do gramado a partir de 2 semanas após a aplicação. Outros estudos reportaram efeitos negativos na coloração de gramados submetidos a essa mistura (DI PAULA et al., 1989; JOHNSON, 1900). Akanda et al. (1997), avaliando a eficácia de controle em *P. notatum*, observaram sintomas de fitointoxicação e morte das plantas provocadas pelo herbicida imazapyr (1200 g ha⁻¹).

Tanto em grama Batatais como em São Carlos, a aplicação nas duas formulações do herbicida clomazone acarretaram sintomas típicos como branqueamento das folhas “albinismo”, a partir do 3 DAA e influenciou negativamente a TCV a partir do 6 DAA (Figuras 12, 13, 14 e 15). Esse sintoma deve-se a ação na enzima 1-desoxi-xilulose-5-fosfatase sintase (DOXP), enzima chave na via fosfato metil-eritrol (MEP), responsável pela síntese de isoprenoides plastídeos, como os carotenoides e fitol (DAYAN; ZACCARO, 2012).

De maneira geral, ressalta-se que as plantas de ambas as espécies que receberam a aplicação do clomazone na formulação convencional, apresentaram sintomas iniciais mais intensos e reduziram a TCV em comparação à formulação microencapsulada. Entretanto, considerou-se que a partir de determinado período de avaliação, esse comportamento inverteu-se sendo a segunda formulação mais prejudicial aos gramados (Figuras 12, 13, 14 e 15). Os herbicidas microencapsulados possuem uma camada polimérica que isola o ingrediente ativo e o libera em condições específicas (SEAMAN, 1990). A liberação do conteúdo da formulação microencapsulada para o ambiente ocorre de forma gradual e é dependente de fatores como pH, temperatura, difusão, entre outros (WHORTON, 1995), logo, a liberação lenta do princípio ativo no período inicial de avaliação, é a provável causa dos maiores valores de fitointoxicação e redução da TCV em comparação a formulação convencional. Berté et al. (2015), também observaram efeitos fitotóxicos em um período inicial após a aplicação de clomazone na formulação convencional em comparação à microencapsulada. Como esperado, com o decorrer dos experimentos ocorreu à liberação do herbicida (formulação

microencapsulada) provocando os efeitos nas plantas de *P. notatum* e *A. compressus*.

Os sintomas foram se dissipando para o clomazone na formulação convencional, e na rebrota os gramados estavam praticamente recuperados das injúrias e com o fechamento superior a 90% aos 62 DAA. Para a formulação microencapsulada, foi observado o mesmo comportamento, porém de maneira mais lenta, com taxa de cobertura superior 75% nesse mesmo período.

A partir dos 3 DAA em grama Batatais, para os herbicidas 2,4-D e triclopyr, constatou-se efeitos iniciais leves de fitointoxicação, passando para moderados e severos, levando as plantas tratadas à morte até os 27 DAA, nos dois experimentos (Figuras 12 e 13). Já em grama São Carlos, em relação ao herbicida 2,4-D, observou-se que esses foram crescentes a partir do 3 DAA como em espécies de *P. notatum* (Figuras 14 e 15). Embora os sintomas ainda tenham se manifestado na rebrota, houve uma recuperação do gramado. Ao analisar o triclopyr, os sintomas de fitointoxicação iniciaram-se aos 12 DAA e foram crescentes e severos (20% aos 27 DAA). Ademais, em ambos os experimentos houve redução na TCV aos 18 e 27 DAA (primeiro e segundo experimento). Todavia, na rebrota os sintomas passaram de moderados a leves, com reestabelecimento da cobertura verde também nesse período (Figuras 14 e 15).

Costa et al. (2010a) e Marques (2012) consideraram o herbicida 2,4-D seletivo à grama Batatais e São Carlos nas doses de 720 e 698 g ha⁻¹, respectivamente, embora tenham apresentado sintomas leves de fitointoxicação. Já Monquero et al. (2012), na aplicação de 670 g ha⁻¹ desse herbicida, constataram cloroses generalizadas, com 30 e 35% de injúrias aos gramados Batatais e São Carlos. Os resultados encontrados no presente trabalho devem-se a alta dosagem utilizada, o que acarretou injúrias resultando no comprometimento dos gramados. Em relação ao triclopyr, os resultados não estão de acordo com Freitas et al. (2003), que consideraram esse herbicida seletivo a grama Batatais em doses de até 1200 g ha⁻¹.

As diferenças encontradas em relação a seletividade dos herbicidas mimetizadores de auxina (Dicamba, Triclopyr e 2,4-D) aplicados em grama Batatais e São Carlos, podem ser explicadas pela sensibilidade diferenciada desses produtos, que variam em função dos receptores químicos e nas diferenças de absorção das moléculas (KELLEY; RIECHERS, 2007; GLEASON et al., 2011).

Figura 8 - Taxa de cobertura verde (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Paspalum notatum* (Grama Batatais). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:14,81 e B:13,76.

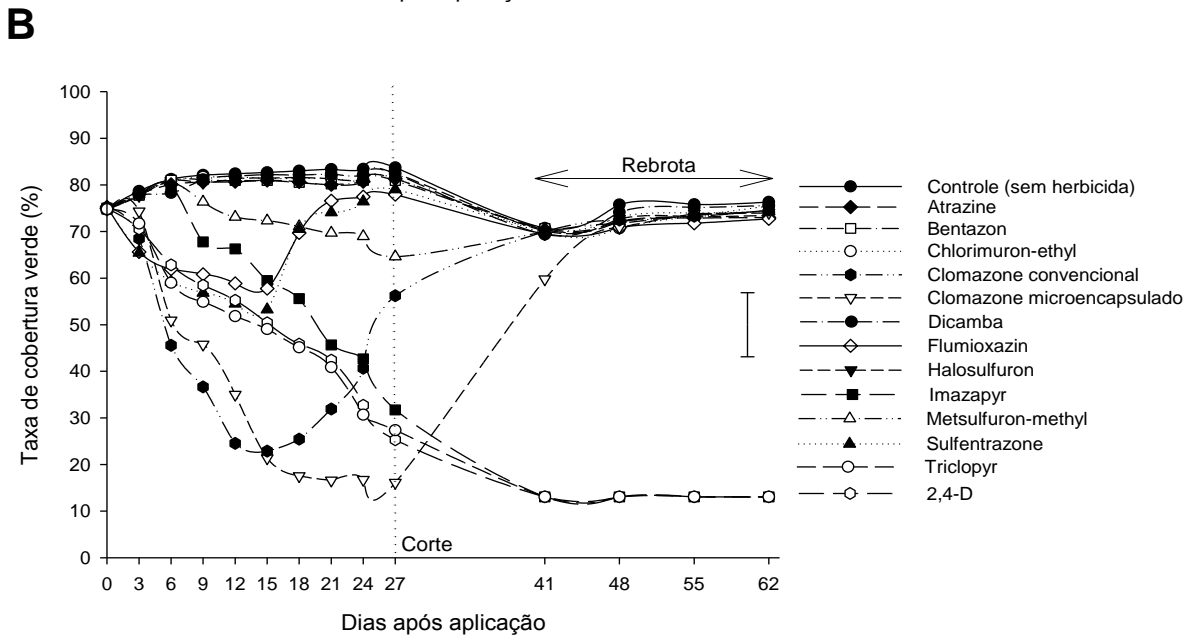
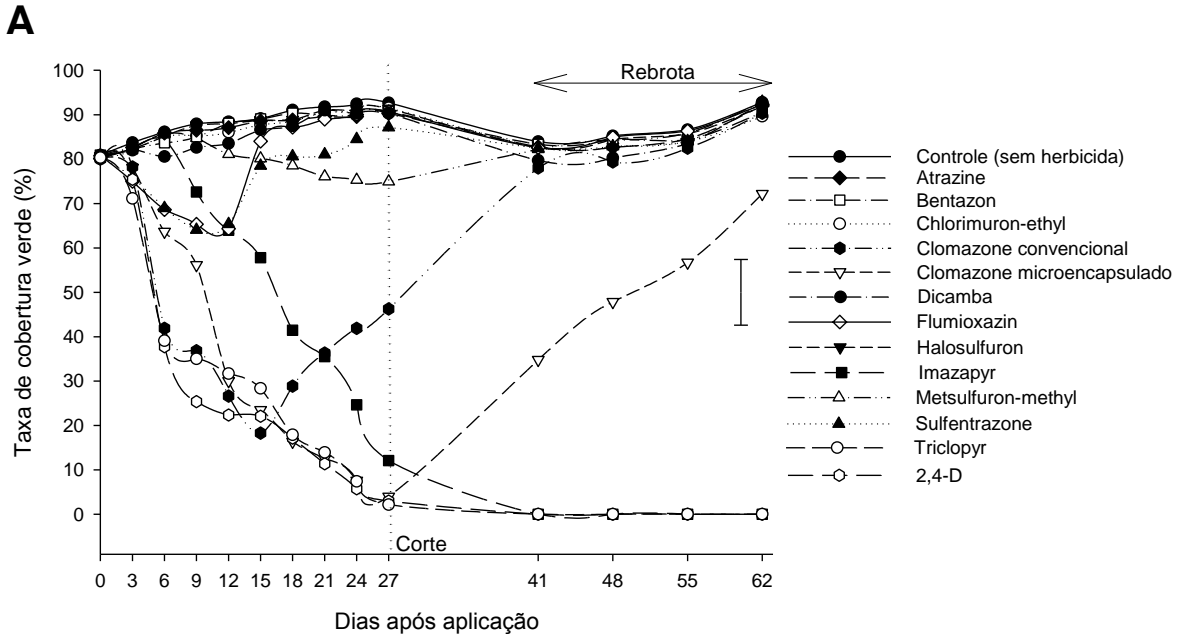


Figura 9 - Fitointoxicação (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Paspalum notatum* (Grama Batatais). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:0,27 e B:3,58.

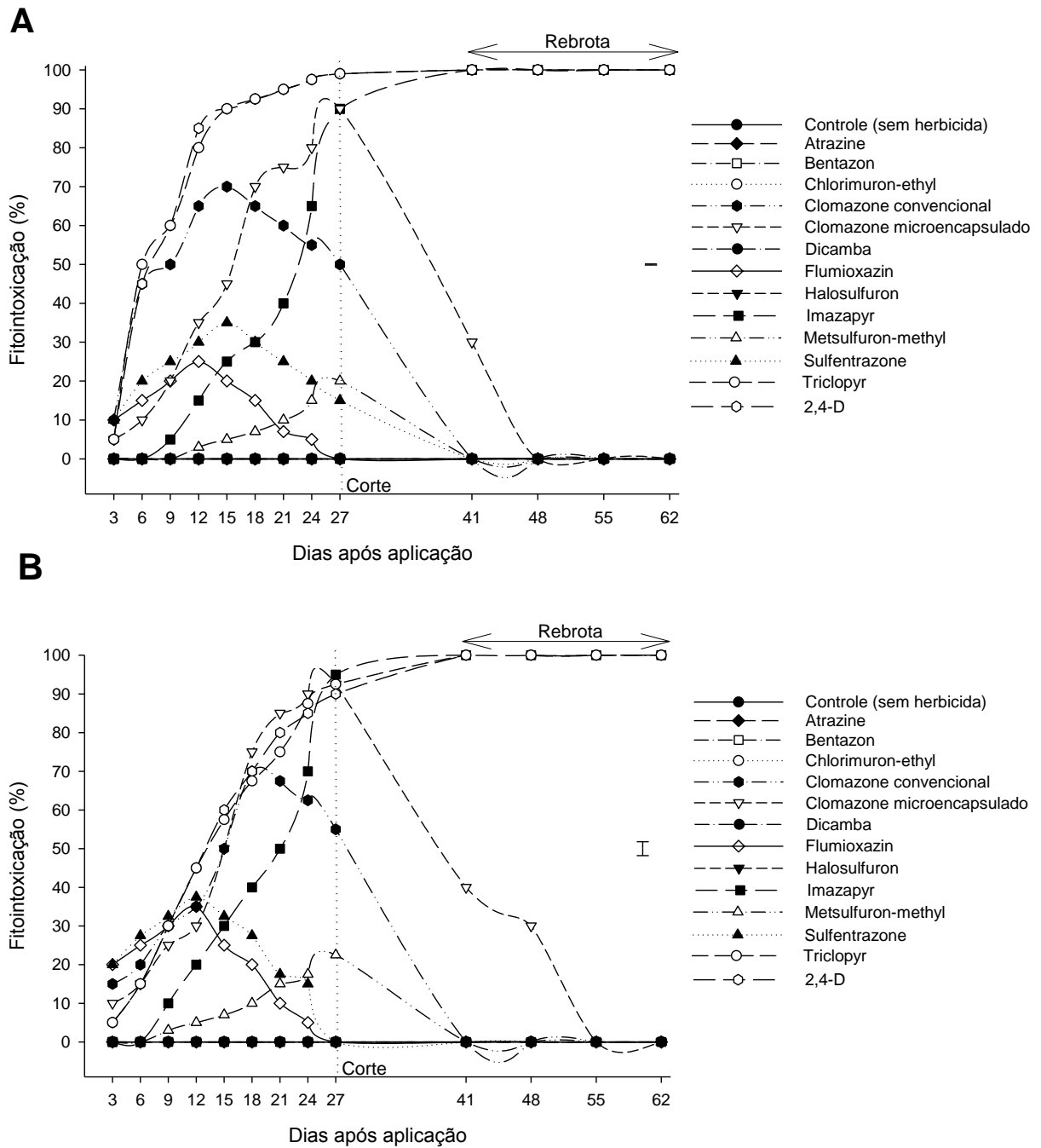


Figura 10 - Taxa de cobertura verde (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Axonopus compressus* (São Carlos). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:14,28 e B:14,39.

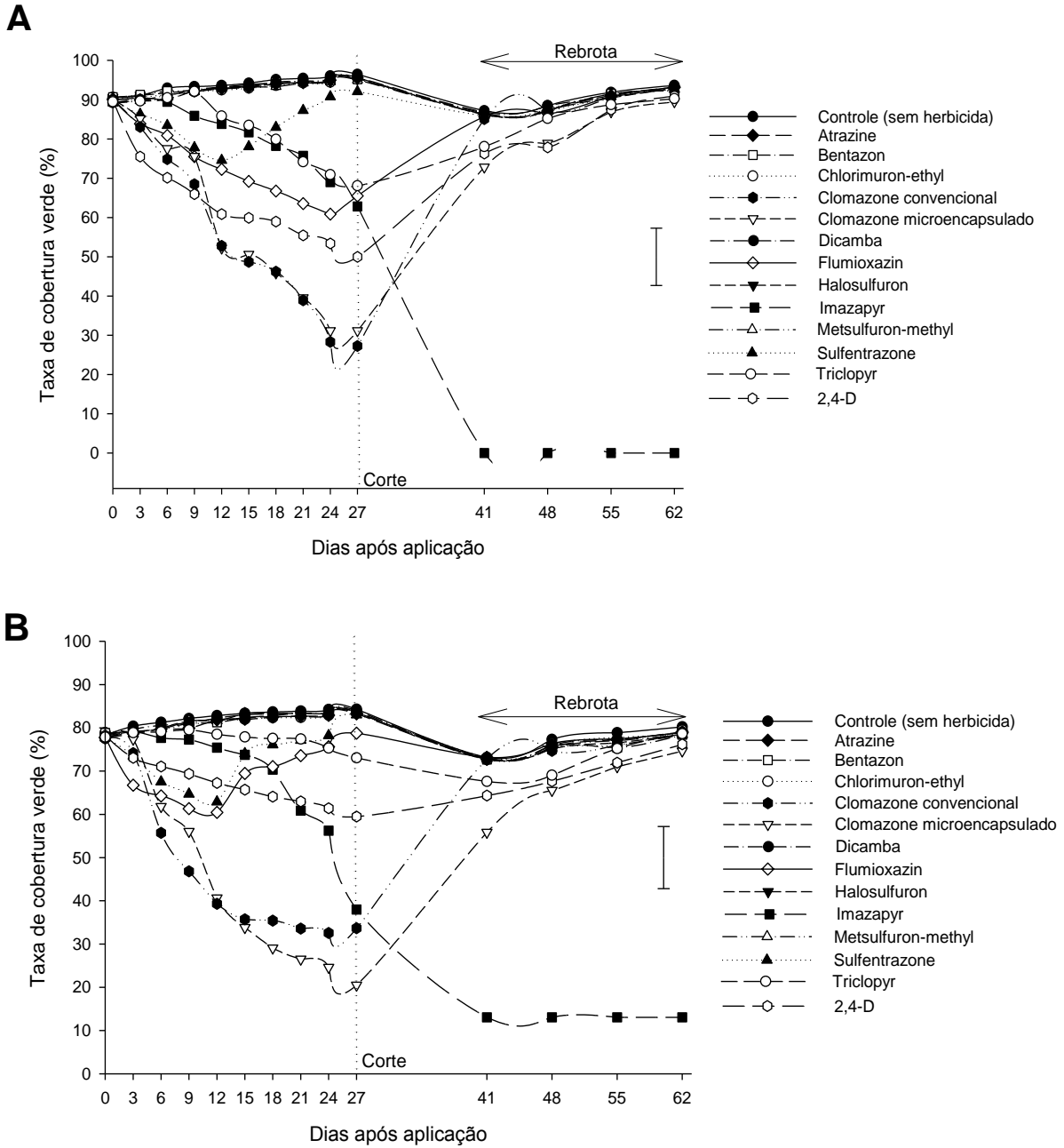
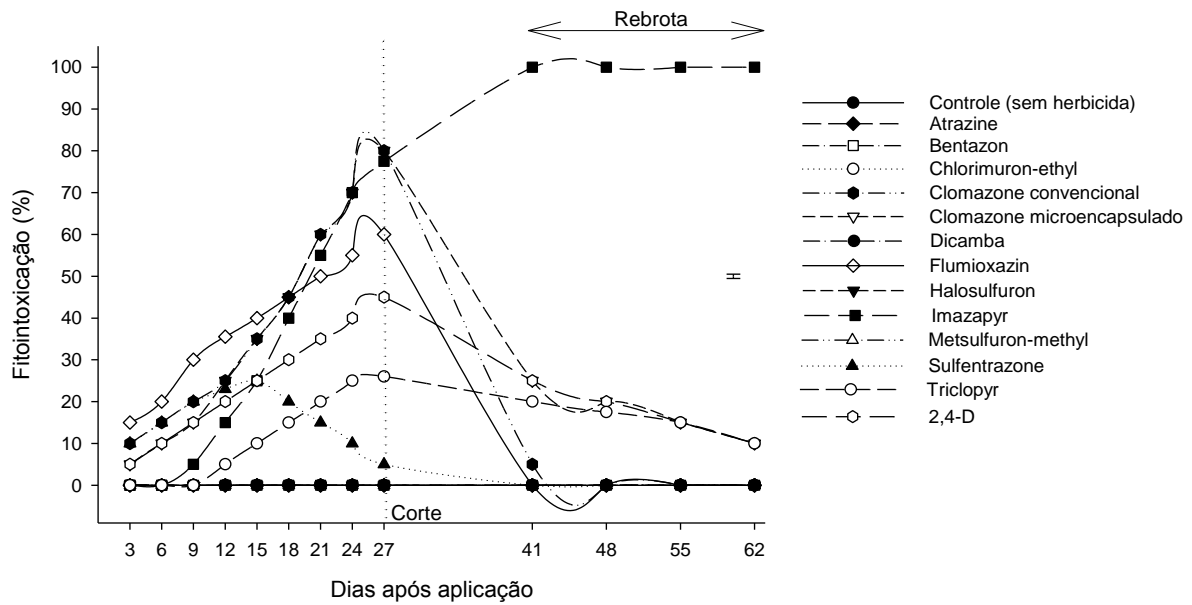


Figura 11 - Fitointoxicação (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Axonopus compressus* (São Carlos). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:1,04 e B:1,33.

A



B

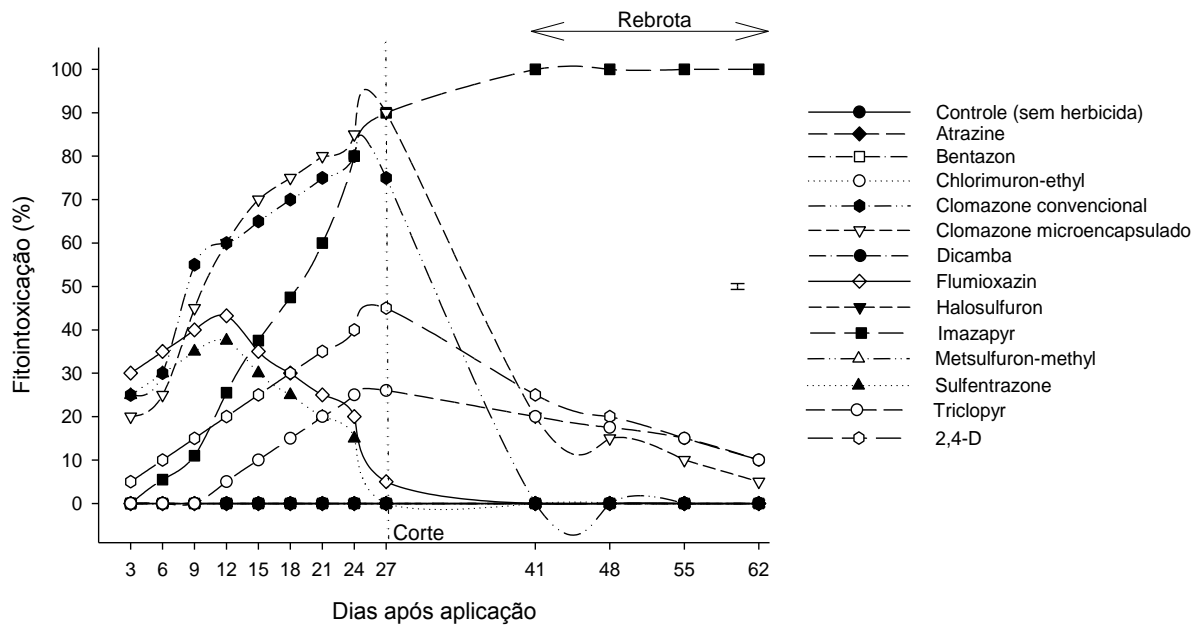


Figura 14 - Fitointoxicação primeiro experimento causada pelos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Axonopus compressus* (São Carlos).

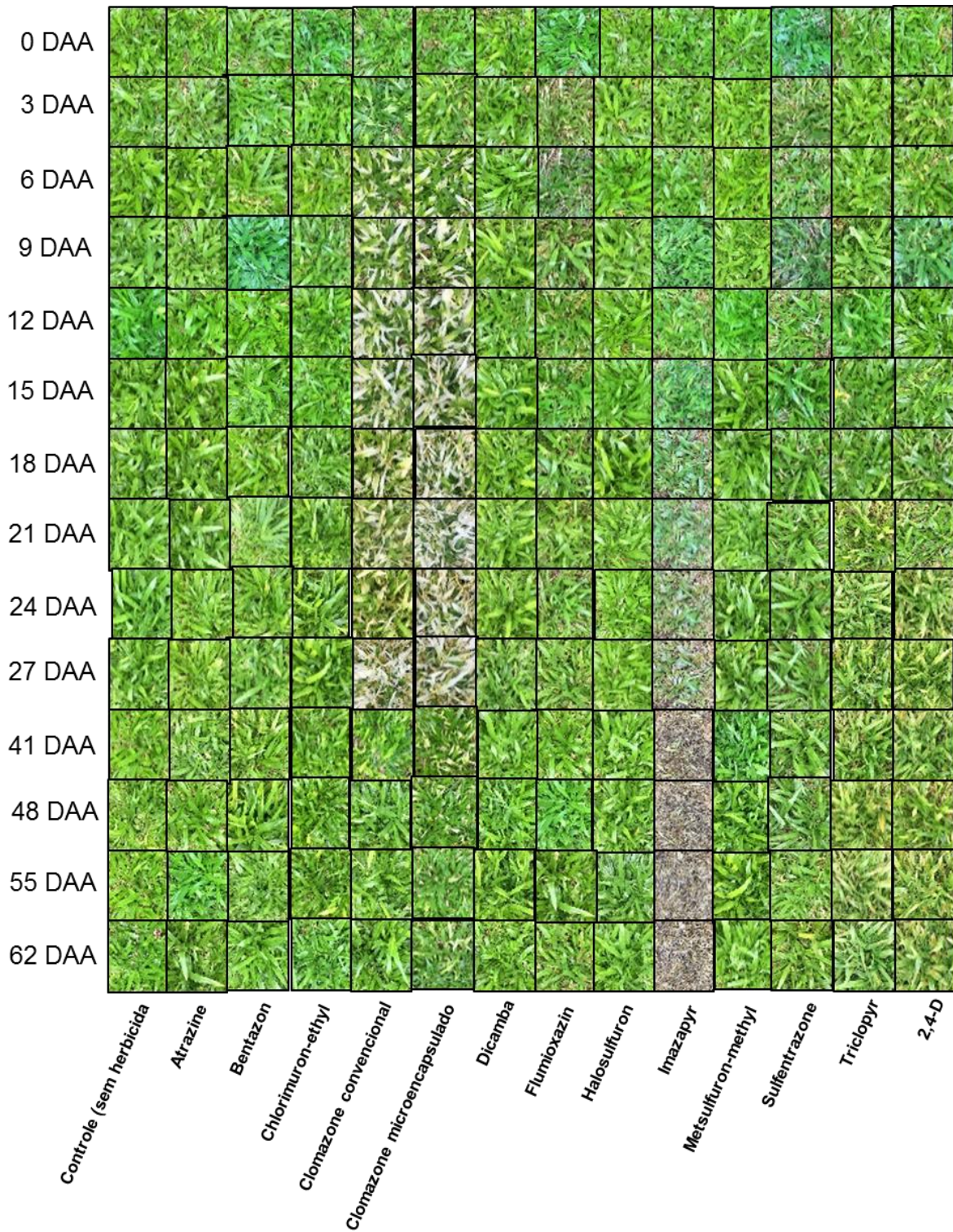
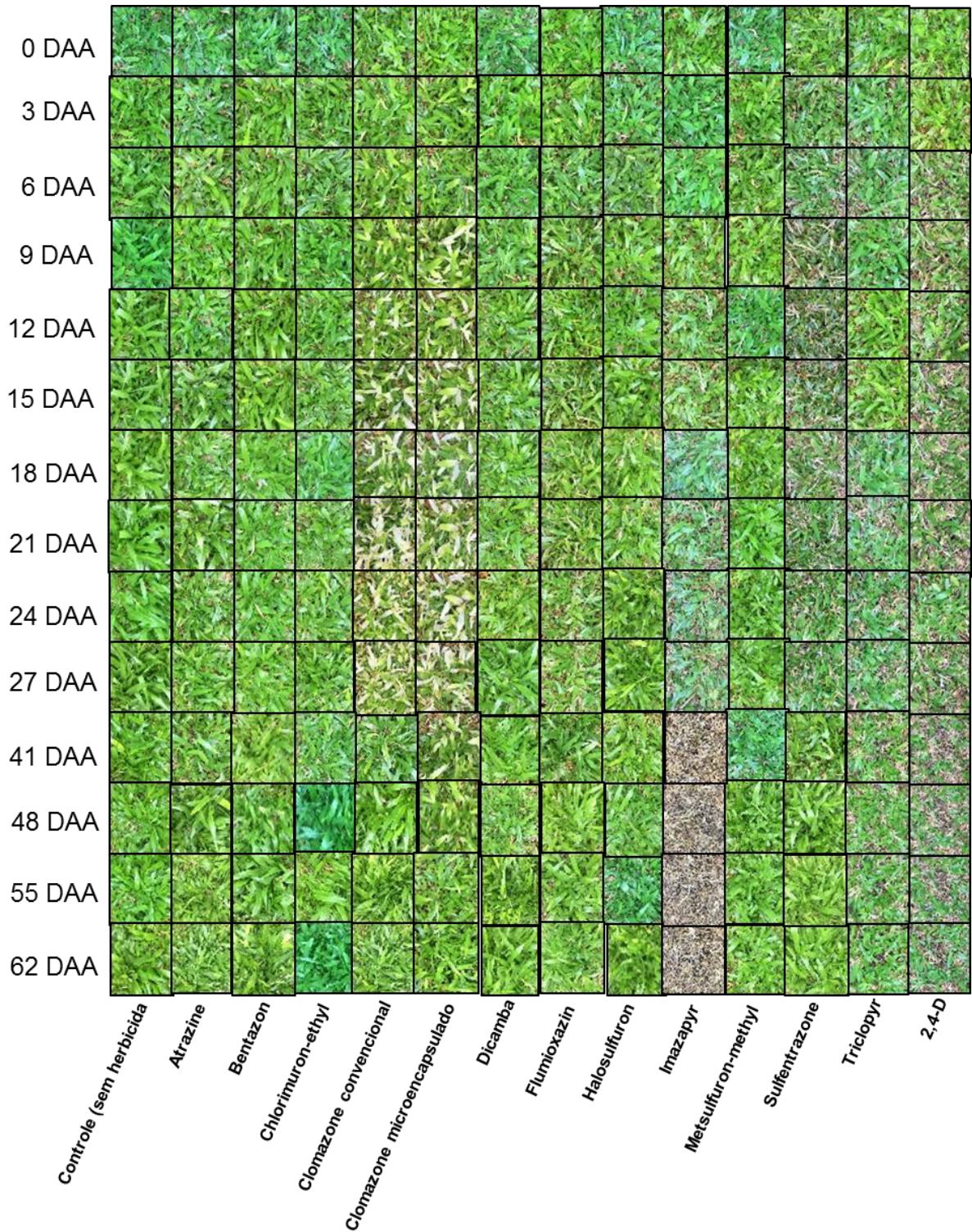


Figura 15 - Fitointoxicação segundo experimento causada pelos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Axonopus compressus* (São Carlos).



Nas figuras 16 e 17 estão apresentados os resultados de altura da grama Batatais e São Carlos submetidas à aplicação dos diferentes herbicidas nos dois experimentos.

Em todas as épocas avaliadas em grama Batatais e São Carlos, os herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, clomazone nas duas formulações, dicamba, flumioxazin, halosulfuron e sulfentrazone não proporcionaram reduções significativas na altura dois experimentos (Figuras 16 e 17). Esses resultados corroboram com os encontrados em Costa et al. (2010a), que não observaram redução na altura dessas espécies submetidas a aplicação de atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, halosulfuron e para herbicidas com o mesmo mecanismo de ação do flumioxazin e sulfentrazone.

A grama Batatais submetida à aplicação de metsulfuron-methyl apresentou redução considerável na altura das plantas tratadas no primeiro experimento a partir dos 12 DAA, já no segundo, essa redução foi constatada apenas aos 8 e 27 DAA (Figura 16). Contudo, a partir de 41 e 27 DAA, primeiro e segundo experimento respectivamente, o gramado não apresentou diferenças nessa variável em comparação ao controle (sem herbicida). Já em grama São Carlos, a redução no crescimento iniciou-se aos 9 e 12 DAA com recuperação aos 41 e 24 DAA, em ambos os experimentos respectivamente (Figura 17).

A aplicação de determinados herbicidas em gramados pode ter efeito de reguladores de crescimento como o metsulfuron-methyl (DAVIES; CURRY, 1991). Dinalli et al. (2015), constataram redução de 27% do comprimento da folha de grama esmeralda sob a aplicação de 140 g ha⁻¹ de metsulfuron-methyl. Já Maciel et al. (2011), com a aplicação de metsulfuron-methyl (3,6 g ha⁻¹), observaram redução de crescimento de grama São Carlos em até 63 DAA. De acordo com Tomlin (1995), esse herbicida acumula-se na gema apical e pontos de crescimentos das raízes, na qual inibe a divisão celular e paralisa o crescimento da planta. O uso de herbicidas como reguladores de crescimento em gramados necessita ser mais explorado, à fim de conhecer e determinar, doses, épocas de aplicação e produtos, uma vez que no Brasil, não existe uma recomendação oficial e segura (VELINI, 2003).

Aos 9 DAA em *A. compressus* em relação ao herbicida imazapyr e em *P. notatum* com o imazapyr, triclopyr e 2,4-D foram observadas diferenças significativas na altura das plantas em ambos os experimentos (Figuras 16 e 17). Observou-se que essas reduções foram crescentes e associa-se ao fato desses herbicidas terem

proporcionado sintomas severos de intoxicação, e influenciado negativamente a TCV e a altura das plantas. Já em relação aos herbicidas triclopyr e 2,4-D aplicados em grama São Carlos, a redução na altura ocorreu a partir dos 12 DAA em ambos os estudos, sendo que no primeiro esse efeito perdurou até os 62 DAA e no segundo até 41 DAA.

Figura 16 - Altura (cm) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Paspalum notatum* (Grama Batatais). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:1,26 e B:1,34.

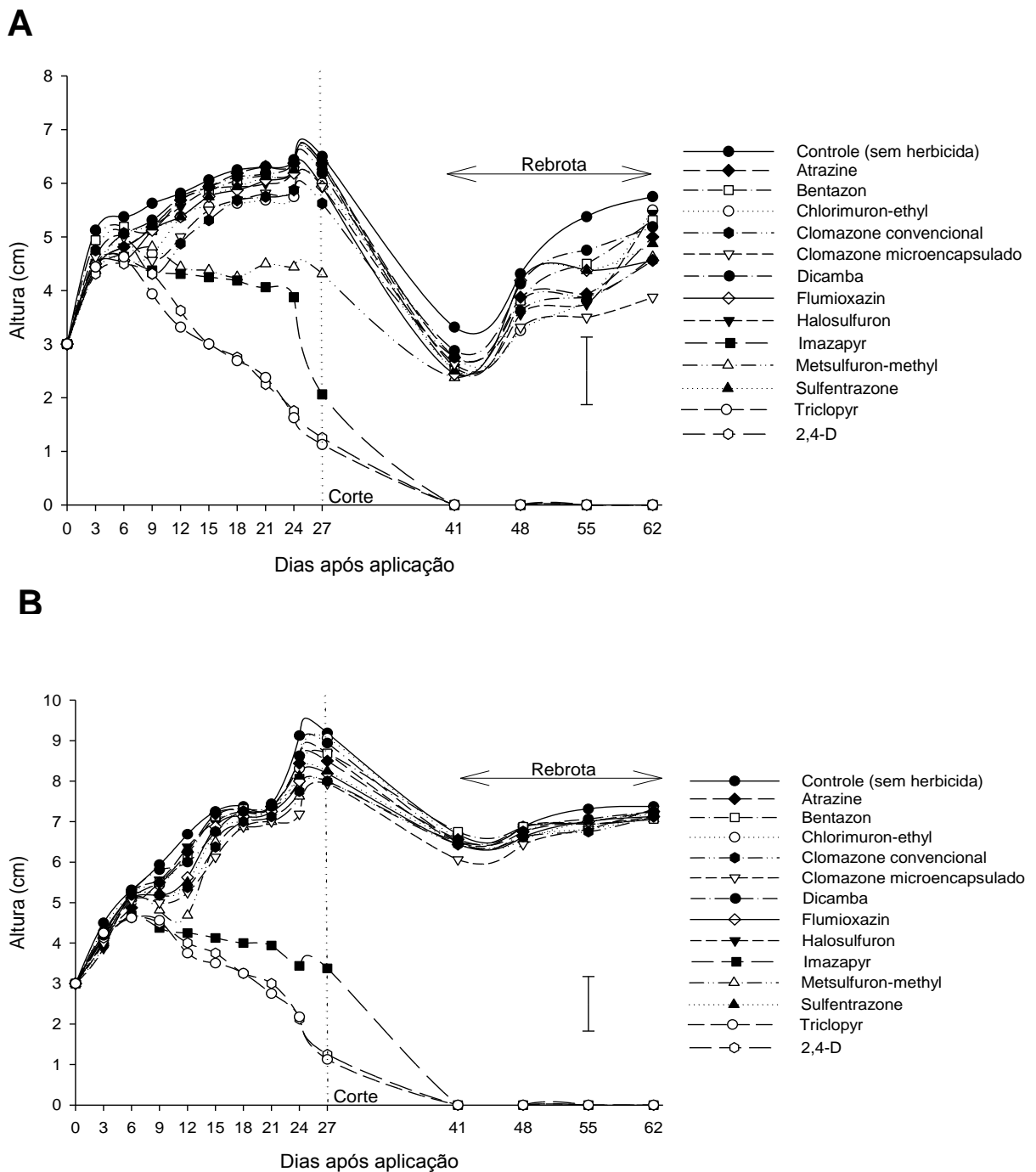
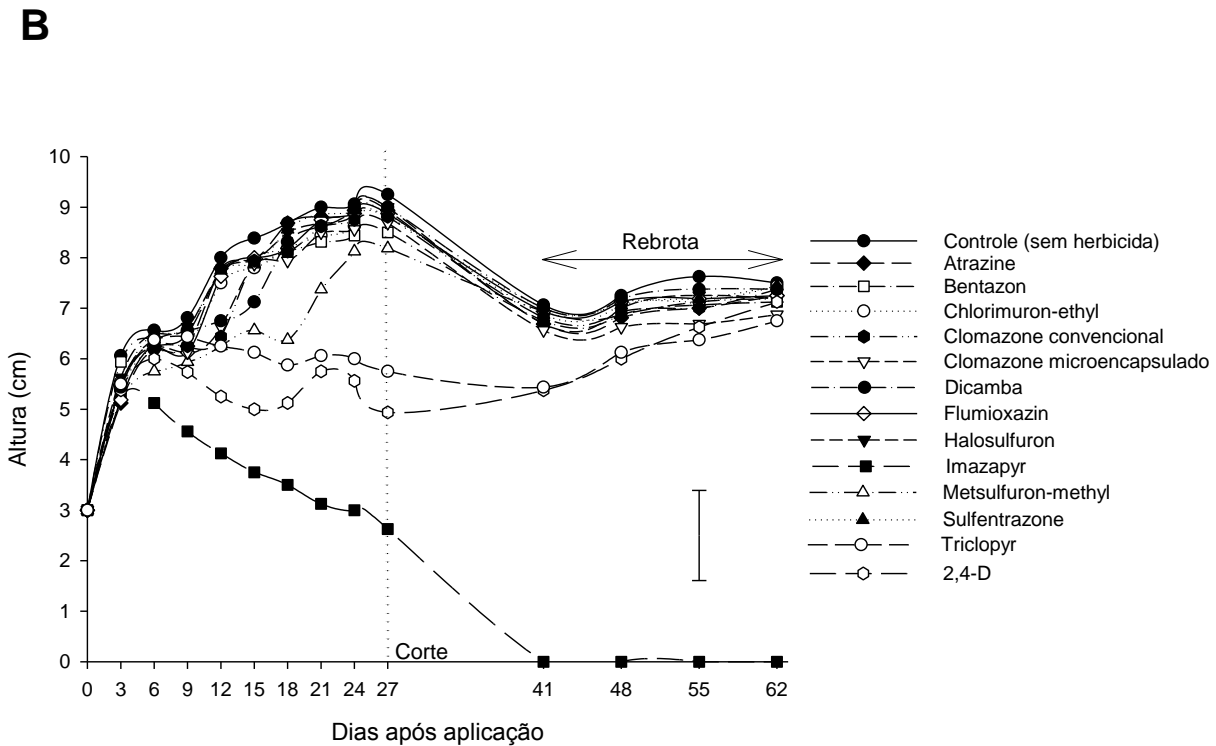
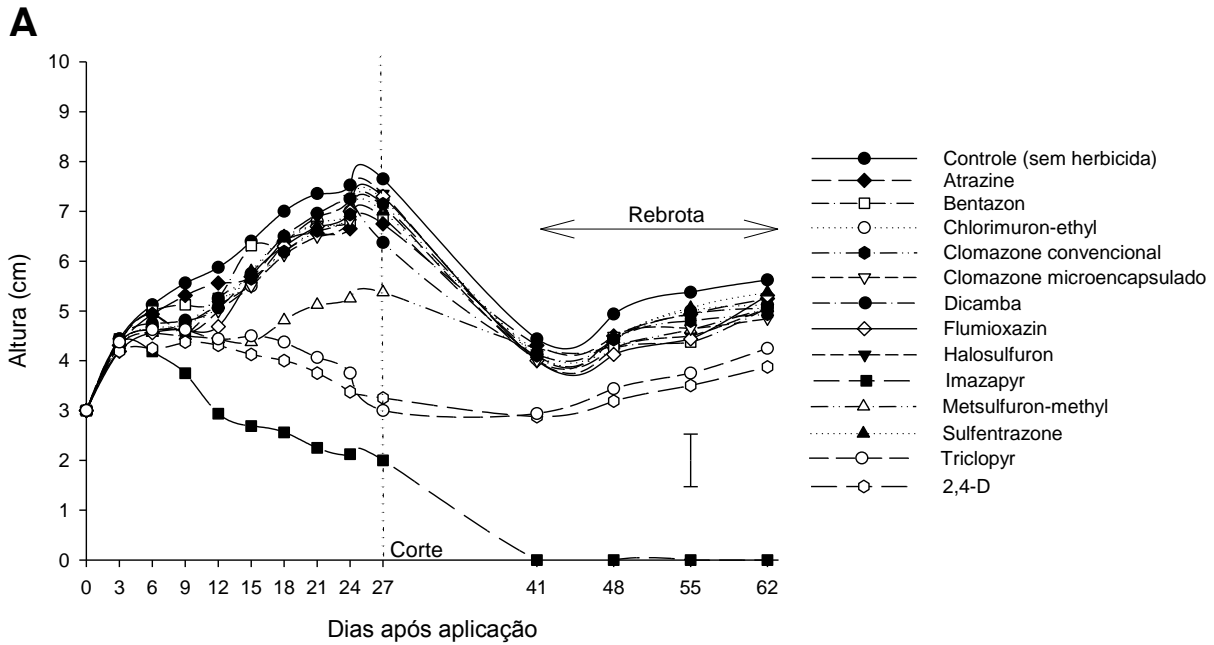


Figura 17 - Altura (cm) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Axonopus compressus* (São Carlos). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:1,05 e B:1,78.



Nas tabelas (5 e 6) e (7 e 8), são apresentados os teores de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência em folhas de grama *P. notatum* (Grama Batatais) e *A. compressus* (São Carlos).

Em todos os períodos avaliados nos dois experimentos não houve diferenças nos teores de clorofila total e carotenoides em relação à aplicação em pós-emergência dos herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba e halosulfuron nas duas espécies de grama (Tabelas 5, 6, 7 e 8). De maneira geral, os resultados encontrados sugerem que plantas não afetadas pelos herbicidas não influenciam negativamente no acúmulo e intensidade de pigmentos. Além disso, fisiologicamente, possuem maior intensidade da coloração verde e capacidade fotossintética, em maiores concentrações de pigmentos (GODOY et al., 2012).

Em relação aos herbicidas flumioxazin e sulfentrazone, esses influenciaram negativamente o teor de clorofila total e o de carotenoides na grama Batatais aos 9 DAA em ambos os experimentos (Tabela 5 e 6). Já em grama São Carlos, apenas no segundo experimento o herbicida flumioxazin interferiu nessas variáveis aos 9 DAA (Tabela 8). Vale destacar que após os períodos descritos, verificou-se que o teor de clorofila total e o de carotenoides foram semelhantes ao do tratamento sem herbicida. Os herbicidas inibidores da PROTOX, como o flumioxazin e sulfentrazone, ocasionam perdas na produção de clorofila e carotenoides (OLIVEIRA JÚNIOR, 2001). O aumento nos teores desses pigmentos no decorrer do tempo deve-se a recuperação da planta, além disso, a utilização de práticas de manejo como irrigação diária, podem contribuir na melhora do aspecto visual do gramado, além de auxiliar no desaparecimento de sintomas de fitointoxicação (COSTA et al., 2010a).

A aplicação do herbicida metsulfuron-methyl reduziu a quantidade dos teores de clorofila total no primeiro e segundo experimento aos 9 DAA para *P. notatum* (Tabela 5 e 6), resultado também verificado por Riethmuller-Haage et al. (2006), que constataram a influência do metsulfuron-methyl na redução de clorofila *a* e *b*

A ação do herbicida clomazone em *P. notatum* e *A. compressus* refletiu negativamente em todos os períodos avaliados tanto nos teores de clorofila total como para o de carotenoides em ambas as formulações, nos dois experimentos. O mecanismo de ação desse herbicida consiste no bloqueio da síntese de carotenoides de forma indireta, em que inicialmente é bloqueada a enzima 1-desoxi-xilulose-5-fosfatase sintase (DOXP), enzima chave na fosfato metil-eritrol via

isoprenóide.p-hidroxifenilpiruvato, resultando em bloqueio da via responsável pela síntese de carotenoides (DAYAN; ZACCARO, 2012). Barbosa et al. (2017), constataram reduções no teor total de pigmentos e carotenoides, após aplicação de isoxaflutole e tembotrione em grama Batatais, sendo ambos os herbicidas com mesmo mecanismo de ação do clomazone.

Vale destacar que no segundo experimento aos 27 DAA os teores de carotenoides não diferiram do tratamento controle, principalmente para a formulação convencional, demonstrando uma recuperação das plantas de *P. notatum* (Tabela 5 e 6).

Em grama Batatais aos 9 DAA os herbicidas imazapyr, triclopyr e 2,4-D reduziram nos dois experimentos os teores de clorofila total e carotenoides em todos os períodos avaliados (Tabelas 5 e 6). O mesmo ocorreu em relação ao herbicida imazapyr em grama São Carlos (Tabelas 7 e 8). Nessa grama, no primeiro experimento, os herbicidas triclopyr e 2,4-D, aos 18 e 27 DAA, provocaram reduções nos teores de carotenoides e nesse último período, também nos teores de clorofila total. Já no segundo experimento, as reduções ocorreram em todos os pigmentos analisados aos 18 e 27 DAA para a aplicação do triclopyr e aos 9,18 e 17 DAA, para o 2,4-D. Esses resultados podem ser explicados pela influência negativa desses herbicidas em gramas Batatais e São Carlos.

O teor de clorofila nas folhas também indica o nível de dano que determinado estresse, como a utilização de herbicidas, pode estar causando à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas expressos (CATUNDA et al., 2005). Reduções na concentração de pigmentos devido à ação de herbicidas são consequência do estresse oxidativo, levando a redução da fotossíntese e indicando que o teor de clorofilas pode ser um biomarcador para o crescimento das plantas (WEI; DENG, 1996). Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que danos no sistema fotossintético refletem na redução dos níveis de clorofilas e vice-versa (SANTOS et al., 2011).

Tabela 5 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Paspalum notatum* (Gramma Batatais) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Primeiro experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	156,74 a	6,05 a	168,10 a	11,72 a	175,48 a	12,00 a
Atrazine	153,03 a	5,88 a	165,97 a	11,85 a	174,38 a	11,71 a
Bentazon	152,19 a	5,85 a	165,70 a	11,44 a	174,17 a	11,47 a
Chlorimuron-ethyl	153,77 a	5,82 a	165,96 a	11,48 a	174,69 a	11,59 a
Clomazone convencional	50,22 d	2,76 b	48,23 b	2,36 c	74,48 c	10,59 a
Clomazone microencapsulado	52,93 d	2,77 b	48,38 b	2,61 c	35,46 d	3,50 b
Dicamba	153,77 a	5,83 a	165,77 a	11,54 a	175,19 a	11,45 a
Flumioxazin	102,42 b	5,50 ab	157,32 a	9,86 ab	167,66 a	11,61 a
Halosulfuron	154,91 a	5,81 a	164,45 a	11,62 a	174,30 a	11,60 a
Imazapyr	73,72 c	2,55 b	59,41 b	7,94 b	37,47 d	5,45 b
Metsulfuron-methyl	101,13 b	5,86 a	148,22 a	11,52 a	165,29 a	11,67 a
Sulfentrazone	103,05 b	5,35 ab	156,25 a	9,95 ab	167,80 a	11,70 a
Triclopyr	75,98 c	5,89 a	50,67 b	3,32 c	24,97 d	2,60 b
2,4-D	77,19 c	5,81 a	53,76 b	3,39 c	25,60 d	3,044 b
Média Geral	111,49	5,12	122,72	8,61	123,77	9,29
Teste F	160,62**	5,18**	127,43**	33,66**	496,50**	25,12**
C.V. (%)	5,85	22,77	7,93	15,55	4,80	16,16

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 6 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Paspalum notatum* (Gramma Batatais) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Segundo experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	160,97 a	5,39 a	171,34 a	9,79 a	179,21 a	11,27 a
Atrazine	157,68 a	5,10 a	167,41 a	8,80 a	175,74 a	8,98 a
Bentazon	157,04 a	5,09 a	167,24 a	8,80 a	176,11 a	9,55 a
Chlorimuron-ethyl	157,87 a	5,09 a	168,02 a	8,74 a	171,16 a	9,22 a
Clomazone convencional	41,43 d	1,51 c	13,58 c	1,48 c	4,70 c	8,46 a
Clomazone microencapsulado	38,75 d	1,13 c	11,39 c	0,94 c	1,27 c	2,70 b
Dicamba	157,89 a	5,10 a	166,18 a	8,93 a	176,59 a	9,19 a
Flumioxazin	123,31 b	5,08 a	165,27 a	8,64 a	171,11 a	9,80 a
Halosulfuron	157,84 a	5,09 a	167,52 a	8,56 a	172,43 a	9,12 a
Imazapyr	96,77 c	3,17 b	62,13 b	5,56 b	57,20 b	4,60 b
Metsulfuron-methyl	120,64 b	5,09 a	156,68 a	9,23 a	173,47 a	9,50 a
Sulfentrazone	125,19 b	5,08 a	166,25 a	8,50 a	169,77 a	9,57 a
Triclopyr	74,82 c	5,01 a	57,89 b	4,69 b	13,20 c	4,48 b
2,4-D	75,27 c	5,03 a	57,49 b	4,92 b	17,66 c	4,42 b
Média Geral	117,51	4,43	121,32	6,95	118,55	7,91
Teste F	104,35**	22,34**	380,39**	27,02**	536,56**	14,29**
C.V. (%)	7,46	13,52	5,43	16,20	5,69	17,71

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 7 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Axonopus compressus* (São Carlos) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Primeiro experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	156,22 a	7,15 a	162,96 a	9,21 a	167,77 a	10,76 a
Atrazine	154,51 a	6,71 a	162,09 a	8,71 a	164,33 a	9,84 a
Bentazon	151,30 a	7,07 a	160,78 a	8,75 a	165,19 a	9,19 a
Chlorimuron-ethyl	154,59 a	6,87 a	162,91 a	8,46 a	165,79 a	9,95 a
Clomazone convencional	13,75 c	1,91 b	7,13 c	1,55 c	6,39 d	1,36 c
Clomazone microencapsulado	16,06 c	2,06 b	12,44 c	1,85 c	9,50 d	1,27 c
Dicamba	154,67 a	6,88 a	162,17 a	8,36 a	163,68 a	9,49 a
Flumioxazin	148,77 a	6,91 a	161,05 a	8,64 a	163,19 a	9,64 a
Halosulfuron	155,04 a	6,77 a	161,64 a	8,75 a	164,00 a	9,41 a
Imazapyr	120,91 b	5,36 ab	68,80 b	4,78 b	57,51 c	4,15 b
Metsulfuron-methyl	150,98 a	6,19 a	155,45 a	8,42 a	163,35 a	9,24 a
Sulfentrazone	147,01 a	6,84 a	162,37 a	8,22 a	167,47 a	9,38 a
Triclopyr	144,08 ab	5,19 ab	144,44 a	5,00 b	93,81 b	4,70 b
2,4-D	143,97 ab	5,37 ab	144,10 a	5,01 b	94,37 b	4,82 b
Média Geral	129,42	5,80	130,59	6,84	124,74	7,37
Teste F	107,21**	6,44**	230,70**	26,16**	1448,28**	57,17**
C.V. (%)	7,36	23,74	5,72	15,27	2,57	12,02

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 8 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Axonopus compressus* (São Carlos) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Segundo experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	110,19 a	6,32 a	126,30 a	8,23 a	174,19 a	9,69 a
Atrazine	109,32 a	6,32 a	124,49 a	8,10 a	171,65 a	9,19 a
Bentazon	109,01 a	6,35 a	123,20 a	8,17 a	171,41 a	9,38 a
Chlorimuron-ethyl	109,04 a	6,25 a	123,83 a	8,19 a	173,46 a	9,20 a
Clomazone convencional	71,12 c	3,34 b	54,19 c	3,02 d	71,79 c	2,67 c
Clomazone microencapsulado	74,90 c	3,10 b	57,18 c	2,95 d	47,05 d	2,44 c
Dicamba	109,13 a	6,21 a	122,80 a	8,03 a	172,27 a	9,47 a
Flumioxazin	95,10 b	6,24 a	122,24 a	8,17 a	172,59 a	9,07 a
Halosulfuron	109,22 a	6,42 a	124,92 a	8,20 a	172,09 a	9,58 a
Imazapyr	97,00 b	4,16 ab	56,20 c	3,49 cd	46,66 d	2,62 c
Metsulfuron-methyl	109,32 a	6,30 a	125,62 a	8,27 a	172,75 a	9,31 a
Sulfentrazone	106,40 a	6,42 a	125,89 a	8,07 a	173,99 a	9,45 a
Triclopyr	109,62 a	6,22 a	103,58 b	6,72 b	92,56 b	7,00 b
2,4-D	96,40 b	2,14 b	55,37 c	4,44 c	35,39 d	3,39 c
Média Geral	100,41	5,42	103,27	6,72	131,09	7,32
Teste F	53,14**	7,15**	539,19**	73,37**	590,13**	68,00**
C.V. (%)	3,57	20,93	2,64	7,60	3,63	7,32

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Com relação aos valores de biomassa seca das aparas de grama Batatais (*P. notatum*) (Tabelas 9 e 10) e São Carlos (*A. compressus*) (Tabelas 11 e 12), os herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl e sulfentrazone não influenciaram nessa variável, dessa forma, esses herbicidas podem ser considerados seletivos para essas espécies. Embora, de maneira geral, os herbicidas flumioxazin, sulfentrazone e metsulfuron-methyl, tenham influenciado inicialmente no crescimento e desenvolvimento das plantas, estas recuperaram-se igualando-se ao tratamento controle (sem herbicida) na biomassa seca tanto no corte como na rebrota, assim, podem ser considerados seletivos.

Costa et al. (2002a), destacaram que em relação a grama Batatais, os herbicidas atrazina, bentazon, chlorimuron-ethyl, metsulfuron-methyl e para herbicidas com o mesmo mecanismo de ação do flumioxazin e sulfentrazone não reduziram a biomassa seca em relação ao tratamento sem herbicida. Do mesmo modo, Marques (2012), não verificou redução na biomassa seca a aplicação de betazon. Maciel et al. (2011) e Dinalli et al. (2015), não verificaram redução da biomassa seca pela aplicação do herbicida metsulfuron-methyl em *A. compressus* e *Zoysia japonica*. Esse resultado indica o potencial uso desse herbicida como regulador de crescimento em gramados.

A formulação microencapsulada do herbicida clomazone em *P. notatum* no primeiro experimento, prejudicou a biomassa seca tanto aos 27 como aos 62 DAA (rebrota), enquanto que na formulação convencional esse efeito foi verificado apenas aos 62 DAA (Tabela 9). Já no segundo experimento a redução ocorreu aos 27 DAA em ambas as formulações e na rebrota não houve diferença em relação ao tratamento sem herbicida (Tabela 10). Em *A. compressus* as duas formulações de clomazone reduziram a biomassa seca aos 27 DAA, nos dois experimentos realizados (Tabelas 11 e 12). De maneira geral, embora tenha ocorrido a recuperação das plantas, os sintomas decorridos da ação dessa molécula interferiu e prejudicou a estética do gramado por no mínimo 27 DAA, independente da formulação utilizada, portanto não pode ser considerado seletivo a essas espécies. Barbosa et al. (2017), evidenciaram que o herbicida isoxaflutole (mesmo mecanismo de ação do clomazone) aplicado em pós-emergência, reduziu a biomassa de grama Batatais.

O imazapyr afetou negativamente a maioria das variáveis analisadas, refletindo na redução da biomassa seca das aparas aos 27 DAA em grama Batatais e São Carlos, nos dois experimentos (Tabelas 9, 10, 11 e 12). Ademais, verificou-se a morte das plantas a partir desse período em ambas as espécies, logo, não pode ser considerado seletivo.

O mesmo efeito foi verificado para o triclopyr e 2,4-D em grama Batatais (Tabelas 9 e 10). Já em grama São Carlos esses herbicidas reduziram a biomassa seca das aparas aos 27 DAA nos dois estudos (Tabelas 11 e 12). Ao considerar parâmetros estéticos do gramado e que esses herbicidas influenciaram negativamente essas variáveis, pode-se inferir que triclopyr e 2,4-D não são seletivos à grama São Carlos.

Costa et al. (2010a), constataram reduções da biomassa seca em grama Batatais e São Carlos, submetidas a aplicações de 2,4-D. Isso indica que as reduções no acúmulo de biomassa seca das aparas apresentaram relação direta aos níveis de fitointoxicação e redução na TCV verificados.

Tabela 9 - Biomassa seca das aparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Paspalum notatum* (Grama Batatais). Primeiro experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	6,23 a	6,58 a
Atrazine	5,84 a	6,07 a
Bentazon	5,87 a	6,14 a
Chlorimuron-ethyl	5,97 a	6,09 a
Clomazone convencional	4,74 ab	4,53 b
Clomazone microencapsulado	4,03 b	2,38 c
Dicamba	5,82 a	6,14 a
Flumioxazin	5,51 ab	6,20 a
Halosulfuron	5,96 a	6,15 a
Imazapyr	1,26 c	0,00 c
Metsulfuron-methyl	4,98 ab	6,14 a
Sulfentrazone	4,57 ab	6,23 a
Triclopyr	1,01 c	0,00 c
2,4-D	0,97 c	0,00 c
Média Geral	4,48	4,47
Teste F	31,81**	199,07**
C.V. (%)	15,39	8,41

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 10 - Biomassa seca das asparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Paspalum notatum* (Gramma Batatais). Segundo experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	7,16 a	4,86 a
Atrazine	6,24 a	4,57 a
Bentazon	6,24 a	4,62 a
Chlorimuron-ethyl	6,91 a	4,76 a
Clomazone convencional	3,16 bcd	4,59 a
Clomazone microencapsulado	2,88 cd	3,54 a
Dicamba	6,54 a	4,70 a
Flumioxazin	5,57 abc	4,60 a
Halosulfuron	6,77 a	4,70 a
Imazapyr	2,49 d	0,00 b
Metsulfuron-methyl	5,79 ab	4,71 a
Sulfentrazone	5,68 abc	4,67 a
Triclopyr	1,61 d	0,00 b
2,4-D	1,13 d	0,00 b
Média Geral	4,87	3,59
Teste F	14,28**	34,32**
C.V. (%)	23,07	18,73

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 11 - Biomassa seca das asparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Axonopus compressus* (São Carlos). Primeiro experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	8,66 a	5,67 a
Atrazine	7,59 a	5,35 a
Bentazon	7,34 a	5,48 a
Chlorimuron-ethyl	7,40 a	5,51 a
Clomazone convencional	3,81 bc	4,68 a
Clomazone microencapsulado	3,50 bc	3,13 a
Dicamba	7,36 a	5,33 a
Flumioxazin	7,21 a	5,62 a
Halosulfuron	7,44 a	5,28 a
Imazapyr	2,93 c	0,00 b
Metsulfuron-methyl	7,19 a	5,06 a
Sulfentrazone	7,37 a	5,46 a
Triclopyr	4,78 b	4,87 a
2,4-D	4,87 b	4,82 a
Média Geral	6,08	4,73
Teste F	39,93**	7,12**
C.V. (%)	9,67	23,86

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 12 - Biomassa seca das asparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Axonopus compressus* (São Carlos). Segundo experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	9,08 a	4,30 a
Atrazine	8,77 a	3,28 a
Bentazon	8,90 a	3,30 a
Chlorimuron-ethyl	8,51 a	3,23 a
Clomazone convencional	4,64 b	2,38 a
Clomazone microencapsulado	4,33 b	2,86 a
Dicamba	8,76 a	3,15 a
Flumioxazin	8,10 a	3,19 a
Halosulfuron	8,55 a	3,20 a
Imazapyr	4,11 b	0,00 b
Metsulfuron-methyl	7,84 a	3,39 a
Sulfentrazone	8,26 a	3,28 a
Triclopyr	7,30 a	3,23 a
2,4-D	7,40 a	3,09 a
Média Geral	7,47	2,99
Teste F	23,18**	5,48**
C.V. (%)	9,83	27,08

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Dos herbicidas avaliados, atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl e sulfentrazone apresentaram produção de biomassa seca das aparas semelhantes ao tratamento controle (sem herbicida) nos dois experimentos (Tabelas 11 e 12). Portanto, esses herbicidas podem ser utilizados em grama *A. compressus*.

Já as duas formulações de clomazone reduziram a biomassa seca aos 27 DAA, nos dois experimentos estudados. Embora o gramado tenha se recuperado para essa variável, não se pode considerar seletivo à grama São Carlos, devido aos sintomas de fitointoxicação e comprometimento da TCV e pigmentos analisados.

O imazapyr afetou negativamente a maioria das variáveis analisadas, refletindo na redução da biomassa seca, chegando a morte do gramado, em ambos os experimentos. Dessa forma, não podem ser considerados seletivos às plantas de *A. compressus*.

Os herbicidas triclopyr e 2,4-D reduziram aos 27 DAA a biomassa seca das aparas do gramado no primeiro experimento. Ao considerar os valores estéticos do

gramado e que esses herbicidas influenciaram negativamente, também não podem ser considerados seletivos à grama São Carlos.

4.2 Grama Bermuda - Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *Cynodon tranvaalensis*) e Grama Esmeralda (*Zoysia japonica*)

Nas figuras 18, 19, 20 e 21 estão apresentados os resultados da taxa de cobertura verde (TCV) e fitointoxicação observados em grama Bermuda e Esmeralda após a aplicação em pós-emergência dos herbicidas.

Os herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, halosulfuron e 2,4-D não causaram sintomas de fitointoxicação e redução na TCV em todos os períodos avaliados nos dois experimentos em grama Bermuda e Esmeralda. Christoffoleti e Aranda (2001), concluíram que os herbicidas halosulfuron (112,5 g ha⁻¹) e o 2,4-D (2010 g ha⁻¹) foram seletivos às gramas Bermuda e Esmeralda. Já Costa et al. (2010b), consideraram seletivos em grama Esmeralda os herbicidas (g ha⁻¹), atrazine (1250,0), bentazon (600,0), chlorimuron-ethyl (15,0), halosulfuron (112,5), metsulfuron-methyl (2,4) e 2,4-D (720,0). Monquero et al. (2012), concluíram que os herbicidas (g ha⁻¹) atrazine (2000), halosulfuron (112,5), bentazon (0,72) e 2,4-D (670) são seletivos à grama Esmeralda. Marques (2012), notou que os herbicidas halosulfuron e 2,4-D (112,5 e 698 g ha⁻¹, respectivamente), não provocaram sintomas de intoxicação em grama Esmeralda.

Segundo Johnson (1980) aplicações de atrazine (1100 g ha⁻¹) e a mistura dicamba + 2,4-D (1100 e 600 g ha⁻¹) e Blum et al. (2000) halosulfuron (70 g ha⁻¹), bentazon (1120 g ha⁻¹) não causaram efeitos fitotóxicos em grama Bermuda. Ademais, herbicidas como atrazine, bentazon, dicamba metsulfuron-methyl, e 2,4-D são comumente utilizados no manejo de plantas daninhas em Bermuda (MCCARTY; MILLER 2002; CHRISTIANS et al., 2016).

Em grama esmeralda em relação ao herbicida metsulfuron-methyl foram observadas sintomas de fitointoxicação leves passando por severos (>20%) e reduções na TCV, com valores de até 56% de cobertura (Figuras 20, 21, 24 e 25). Entretanto, aos 12 e 9 DAA, primeiro e segundo experimento, com o decorrer do tempo, os efeitos foram se dissipando e na rebrota (41 DAA, primeiro experimento) e após 18 DAA (segundo experimento) todas as plantas apresentavam-se totalmente recuperadas. Costa et al. (2010b), também verificaram recuperação em grama

Esmeralda, após injúrias provocadas pelo herbicida metsulfuron-methyl. Do mesmo modo, Maciel et al. (2011), relataram em até 21 DAA sintomas de fitointoxicação ocasionados pela aplicação desse produto. Ademais, o amarelecimento intenso também foi relatado por Dinalli et al. (2015), além, de sintomas considerados severos (14,6%) em grama esmeralda.

Já em grama Bermuda no primeiro experimento, observou-se que o herbicida triclopyr acarretou sintomas severos (>20%) de fitointoxicação e redução da TCV inicial aos 12 DAA; após 27 DAA (rebrotar), houve recuperação do gramado (Figuras 18, 19, 22 e 23). Contudo, no segundo experimento, as injúrias e a redução na TCV foram consideradas severas, no período de 3 até 27 DAA. O nível de intoxicação e cobertura do gramado chegou a 85 e 18%, respectivamente, demonstrando alta sensibilidade para esse herbicida. Bell et al. (2000), constataram efeitos fitotóxicos do herbicida triclopyr em grama Bermuda, e Cudney et al. (1997), relataram que doses de triclopyr (560 e 1120 g ha⁻¹) em mistura de tanque com outros herbicidas e aplicações sequenciais, promoveram sintomas de fitointoxicação e redução na cobertura verde. Esses autores salientaram que essas informações podem ser importantes ferramentas no controle de grama Bermuda e Esmeralda.

Analisando a eficácia do herbicida triclopyr no controle de grama Bermuda em espécies de grama Esmeralda, constatou-se efeito fitotóxico e reduções na TCV (MCELROY; BREEDEN, 2006; DOROH et al., 2011; LEWIS, et al., 2010). O efeito deletério desse herbicida sob a grama Bermuda pode ser atribuído, em parte, a uma maior absorção e translocação nesse tipo de gramado em comparação à Esmeralda (ROBERTSON; KIRKWOOD, 1970). Estudos com trigo e cevada demonstraram que a retenção do triclopyr na folha ou a falta de translocação aumentou a tolerância dessas espécies (LEWER; OWEN 1990). De acordo com os trabalhos citados anteriormente, a eficácia do controle de grama Bermuda em grama Esmeralda, está relacionada também às aplicações sequenciais e doses do herbicida triclopyr, além de mistura em tanque com outros produtos. Isso explica o fato de que, apesar desse herbicida ter promovido injúrias e redução no TCV, houve a recuperação do gramado.

Para os herbicidas flumioxazin e sulfentrazone em ambos os gramados, verificou-se sintomas de fitointoxicação aos 3 DAA e foram considerados leves (<10%), persistindo por no máximo 9 DAA para a grama Bermuda e 12 DAA para

Esmeralda (Figuras 19 e 21A). Ressalta-se que devido à intensidade baixa dos sintomas, estes não foram refletidos na TCV (Figuras 18 e 20A).

Entretanto, no segundo experimento observou-se que os efeitos de fitointoxicação foram mais intensos, considerados severos (>20%) em grama Esmeralda e Tifton 419 (Figuras 19B e 21B). Em grama Bermuda notou-se efeitos até 15 e 18 DAA, para a aplicação do sulfentrazone e flumioxazin, respectivamente (Figura 19B). Já em Esmeralda os efeitos foram até 21 e 27 DAA, para os mesmos herbicidas citados anteriormente. (Figura 21B).

Os sintomas desses herbicidas caracterizam-se por cloroses nas folhas e isto deve-se ao mecanismo de ação do herbicida que inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX ou PPO). Este herbicida provoca o acúmulo de protoporfirina IX, que em presença de luz e de oxigênio molecular, gera espécies reativas de oxigênio, responsáveis pela destruição das membranas celulares, acarretando dessecação e necrose de tecidos (TRIPATHY et al., 2007; JUNG et al., 2008). A aplicação dos herbicidas sulfentrazone e flumioxazin também provocou sintomas típicos em grama Esmeralda e Bermuda (CHRISTOFFOLETI; ARANDA 2001; COSTA et al., 2010b; MONQUERO et al., 2012; FLESSNER et al., 2013).

Embora esses herbicidas tenham proporcionados sintomas de fitointoxicação nas plantas tratadas, constatou-se em grama Bermuda e Esmeralda, apenas para o flumioxazin no segundo experimento, efeito significativo na redução TCV aos 3 até 15 DAA e aos 3 até 18 DAA, respectivamente (Figuras 23 e 25). Após esse período houve a recuperação das plantas, com níveis de cobertura próximos ao do controle (sem herbicida). Uma das possíveis causas para seletividade desses herbicidas aplicados em pós-emergência para essas espécies, deve-se ao formato das folhas, que é curto e estreito, quando comparado a outras variedades, o que dificulta a retenção do herbicida na superfície da folha (CHRISTOFFOLETI; ARANDA 2001). Além disso, por serem herbicidas de contato, com o crescimento da planta, novas folhas sem injúrias são lançadas, reduzindo, em proporção, a área afetada pelo herbicida.

O herbicida clomazone apresentou sintomas que iniciaram-se aos 3 DAA em ambas as espécies (Figuras 19, 21, 22, 23, 24 e 25). Com o decorrer do tempo foram considerados sintomas severos que chegaram a 98,5 e 83,0%, para formulação encapsulada e convencional, respectivamente em grama Bermuda (Figura 19) e 80 e 75% respectivamente, em grama esmeralda (Figura 21). Os

sintomas foram provocados pelo herbicida, sendo observadas folhas com coloração esbranquiçada, ação característica da ação do clomazone (SENSEMAN, 2007). O herbicida clomazone atua na inibição da enzima 1-desoxi-xilulose-5-fosfatase sintase (DOXP), enzima chave na fosfato metil-eritrol via isoprenoide. Esta via é a responsável pela síntese de isoprenoides plastídeos, como os carotenoides e fitol (DAYAN; ZACCARO, 2012).

Em relação às taxas de cobertura verde em grama Bermuda, ambos os experimentos apresentaram redução nessa variável nas duas formulações a partir de 9 até 27 DAA (Figura 18). Nesse estudo notou-se recuperação do gramado na rebrota em relação principalmente à formulação convencional. Já em *Z. japonica* o clomazone apresentou reduções crescentes na TCV nos dois experimentos, que se iniciaram aos 6 e continuaram até os 27 DAA (Figura 20). Da mesma maneira, como em grama Tifton 419, houve recuperação da grama esmeralda para a formulação convencional.

Importante destacar que, independente da espécie de grama, o herbicida clomazone na formulação microencapsulada em comparação à formulação convencional proporcionou injúrias acentuadas e interferiu negativamente a TCV. Herbicidas microencapsulados apresentam um polímero que isola o ingrediente ativo e libera em condições específicas (SEAMAN, 1990). Berté et al. (2015), constataram que o efeito do clomazone convencional ocorreu de maneira mais intensa nos primeiros dias após a aplicação, em comparação à formulação microencapsulada, logo, a liberação mais lenta do ingrediente ativo é o principal fator dos menores níveis de injúrias e fitointoxicação observadas para a formulação microencapsulada. Nesse contexto, com o passar do tempo ocorreu a liberação da molécula herbicida provocando os efeitos deletérios em Tifton 419 e *Z. japonica*.

A recuperação em ambas as espécies de grama em relação principalmente à formulação convencional deve-se à dissipação do herbicida com recuperação das plantas.

Em relação à grama Bermuda, aos 6 e 3 DAA, primeiro e segundo experimento, e aos 6 DAA em Esmeralda, observou-se sintomas do herbicida imazapyr (Figuras 19 e 21). Os sintomas iniciais foram considerados leves, e passaram a severos com o decorrer dos períodos nas duas espécies. Do mesmo modo, esse herbicida influenciou negativamente a TCV, em grama Bermuda aos 6 e 9 DAA, e em Esmeralda aos 12 DAA (Figuras 18 e 20). Segundo Griffin et al. (1994), o imazapyr

aplicado um ano antes ao plantio, pode ocasionar efeitos fitotóxicos em grama Bermuda. Do mesmo modo, Bond et al. (2005), relataram injúrias severas ao gramado submetido à aplicação de imazapyr. Carmona e Silva (1997) estudando a seletividade de herbicidas em grama Esmeralda concluíram que o herbicida imazapyr não deve ser recomendado, devido aos intensos sintomas de fitointoxicação.

Figura 18 - Taxa de cobertura verde (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *C. dactylon* x *C. tranvaalensis* (Grama Bermuda - Tifton 419). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:14,95 e B:17,73.

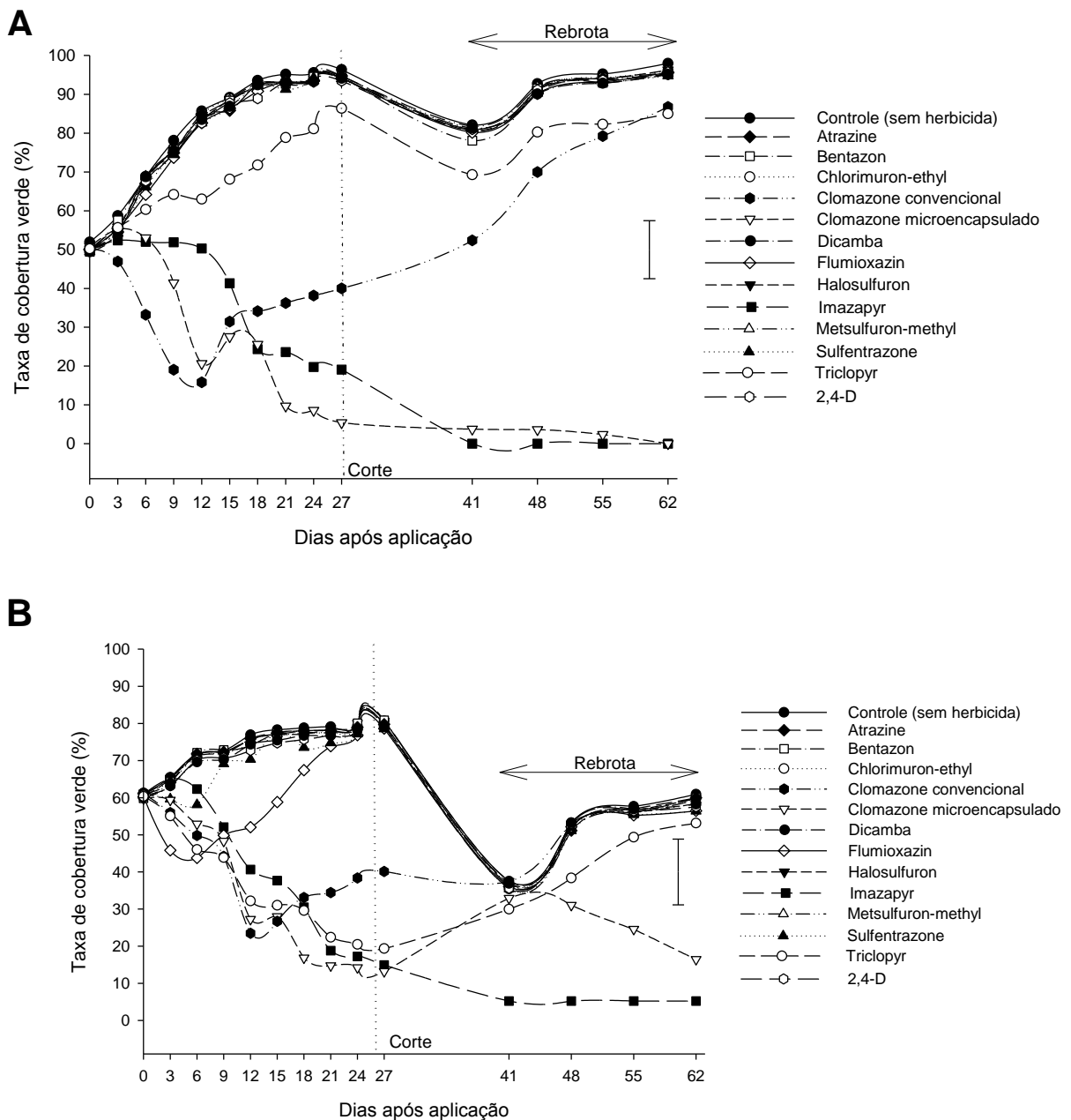


Figura 19 - Fitointoxicação (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *C. dactylon* x *C. tranvaalensis* (Grama Bermuda - Tifton 419). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:3,13 e B:1,52.

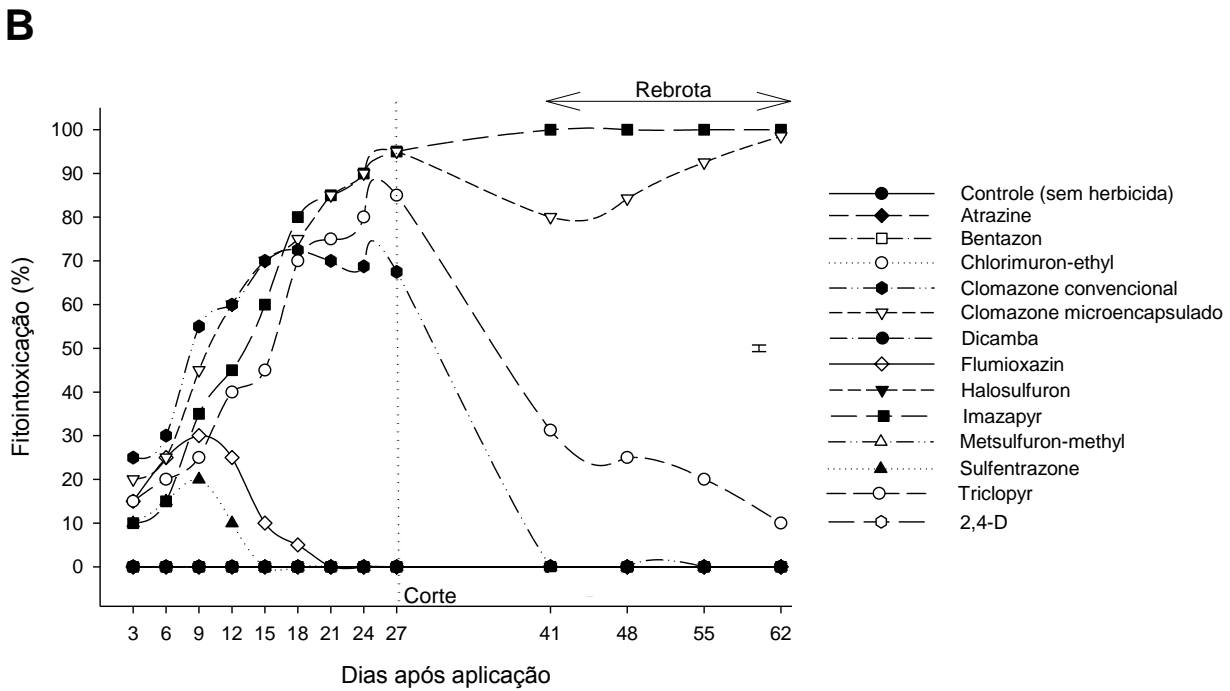
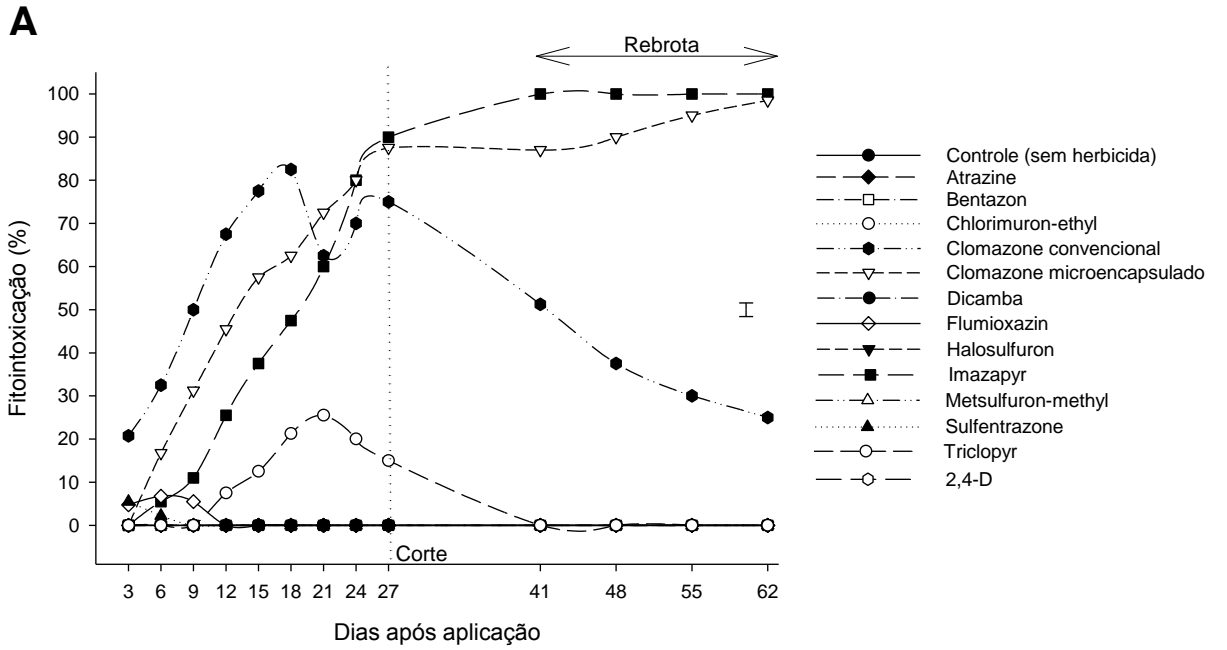


Figura 20 - Taxa de cobertura verde (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Zoysia japonica* (Grama Esmeralda). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:10,87 e B:12,49.

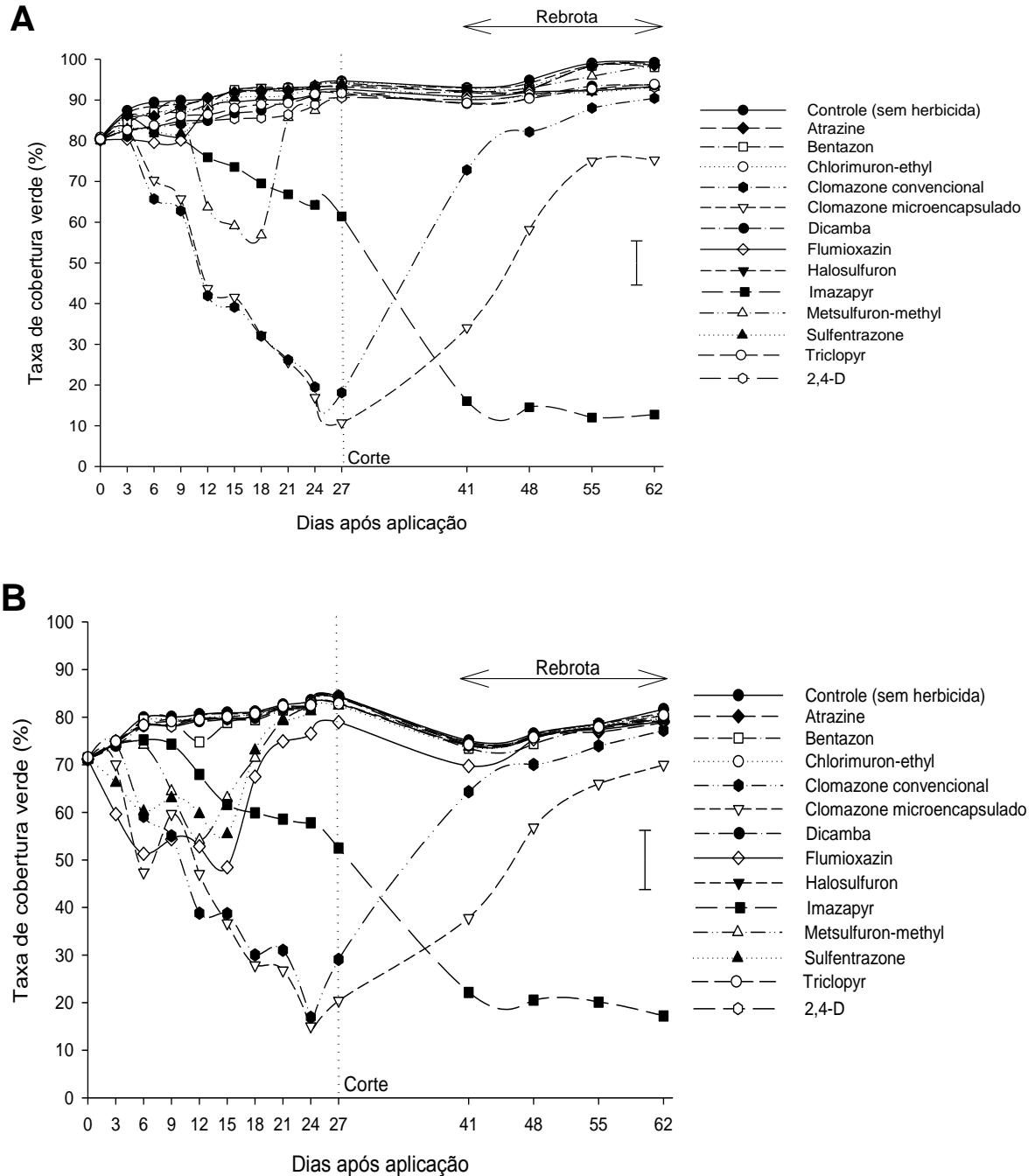


Figura 21 - Fitointoxicação (%) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Zoysia japonica* (Grama Esmeralda). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:0,85 e B:1,48.

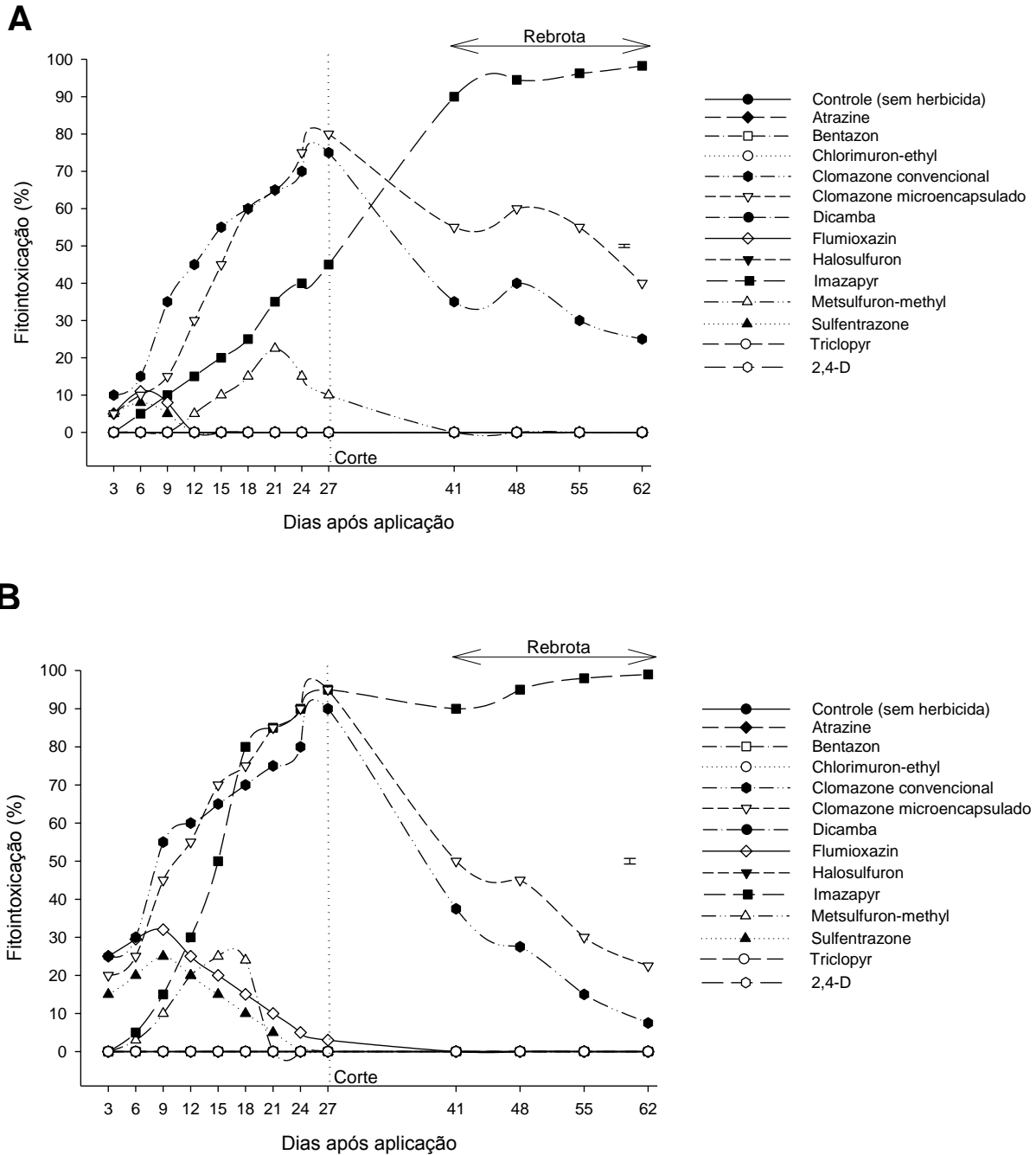
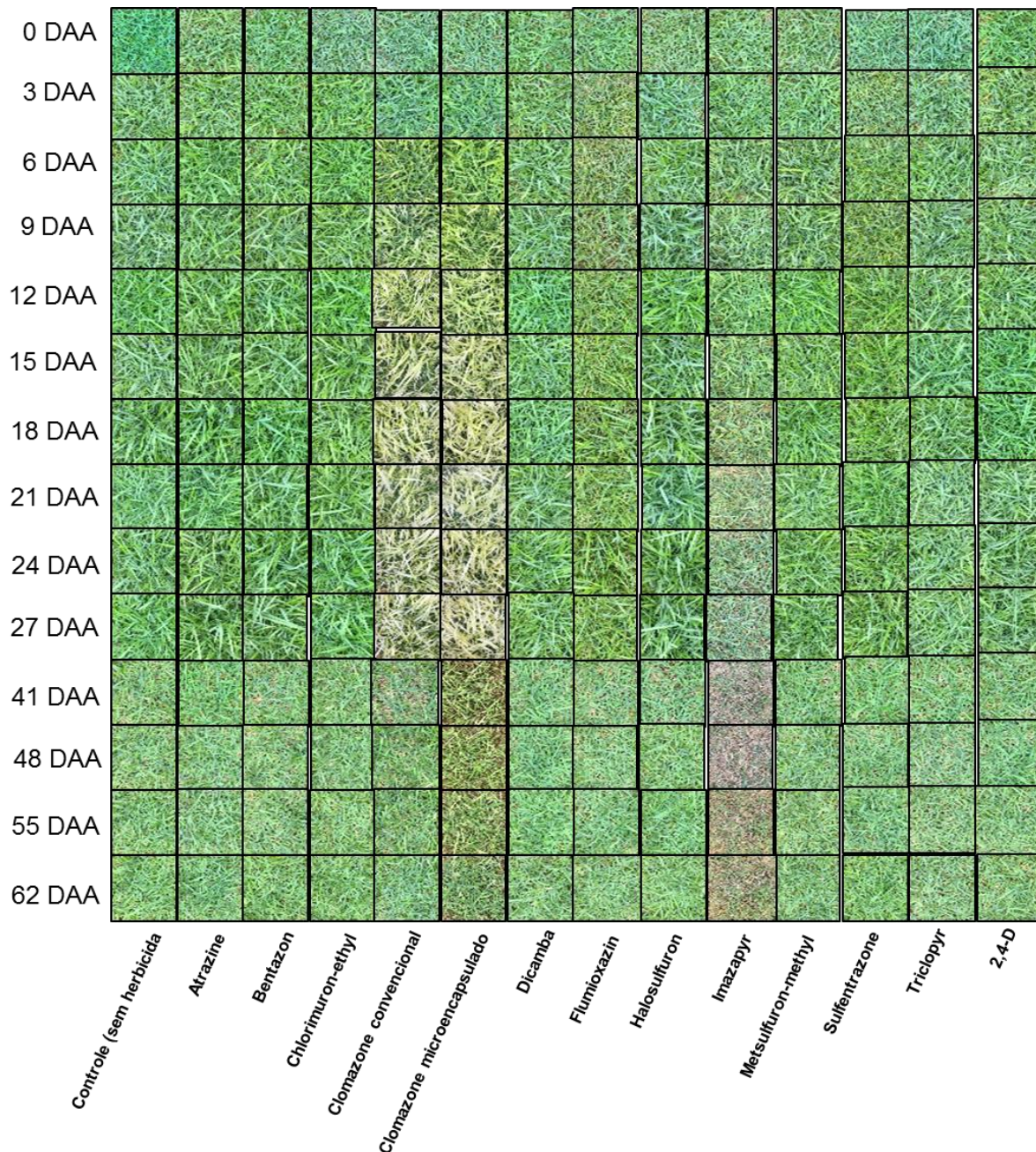


Figura 25 - Fitointoxicação segundo experimento causada pelos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Zoysia japonica* (Esmeralda).



Nas figuras 26 e 27 estão apresentados os resultados de altura da grama Bermuda e Esmeralda submetidas à aplicação dos diferentes herbicidas nos dois experimentos.

Verificou-se que em todas as épocas em grama Bermuda e Esmeralda os herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron,

sulfentrazone e 2,4-D não proporcionaram reduções significativas na altura do grama nos dois experimentos estudados.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Costa et al. (2010b), que não observaram redução na altura da grama Esmeralda submetida à aplicação chlorimuron-ethyl. É importante destacar que os herbicidas atrazine, bentazon, dicamba, halosulfuron e 2,4-D, além de não causarem sintomas de fitointoxicação, também não proporcionaram reduções na altura dos gramados. Embora os herbicidas flumioxazin e sulfentrazone nas duas espécies, tenham causado sintomas de fitointoxicação e redução na TCV, constatou-se recuperação em determinado período das espécies de grama, refletindo assim, positivamente na altura dos gramados.

O herbicida triclopyr para grama Tifton 419 reduziu a altura do gramado, sendo esse efeito mais pronunciado no segundo experimento, com início aos 6 DAA até os 65 DAA (Figura 26). Salienta-se que esse herbicida além de proporcionar reduções na altura, também apresentou sintomas de fitointoxicação severos (>20%) e redução na TCV em até 18%. Esse herbicida tem sido utilizado no controle dessa espécie em grama Esmeralda (CUDNEY et al., 1997; MCELROY; BREEDEN, 2006; LEWIS, et al., 2010; DOROH et al., 2011).

Aos 12 e 9 DAA, primeiro e segundo experimento, respectivamente, o herbicida metsulfuron-methyl reduziu a altura das plantas *Z. japonica* em comparação ao tratamento controle (sem herbicida), porém, houve recuperação do gramado a partir dos 41 DAA (rebrotas) (Figura 27). Davies e Curry (1991), destacaram que determinados herbicidas podem ser utilizados como reguladores de crescimento em gramados. Em grama Esmeralda, Dinalli et al. (2015), o herbicida metsulfuron-methyl foi o que mais reduziu o comprimento foliar em grama Esmeralda (27%). Segundo esses autores, esse herbicida apresenta potencial para uso como regulador de crescimento para espécie de grama. Maciel et al. (2011), observaram redução no crescimento de *Z. japonica* submetida à aplicação de metsulfuron-methyl.

Em relação ao herbicida clomazone, foram observados maiores prejuízos quanto a altura em grama Bermuda, independente da formulação (Figuras 26 e 27). Nessa espécie, no primeiro experimento, a partir de 12 DAA ocorreu a redução na altura das plantas tratadas até aos 27 DAA, porém, ressalta-se que na rebrota houve recuperação para essa variável, na formulação convencional (Figura 26A). Já no segundo experimento, a redução do gramado iniciou-se aos 9 DAA até o corte, e,

com posterior recuperação na rebrota em ambas as formulações (Figura 26B). Analisando as plantas de *Z. japonica* tratadas com esse herbicida, notou-se que apenas no primeiro experimento, em relação às duas formulações testadas a partir dos 41 DAA (rebrota) ocorreram reduções significativas na altura (Figura 27B).

Em grama Tifton 419 a aplicação do herbicida imazapyr aos 12 e 6 DAA, primeiro e segundo experimento, proporcionou reduções significativas na altura das plantas até os 27 DAA, após esse período houve a morte das plantas (Figura 26). Já em grama Esmeralda a partir dos 9 DAA, interdependente do experimento, a aplicação desse herbicida resultou em reduções significativas e crescentes na altura (Figura 27). Os altos índices de fitointoxicação e redução na TCV promovida por esse herbicida, refletiram negativamente nas reduções de altura dos gramados.

Figura 26 - Altura (cm) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *C. dactylon* x *C. tranvaalensis* (Grama Bermuda). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:2,49 e B:2,08.

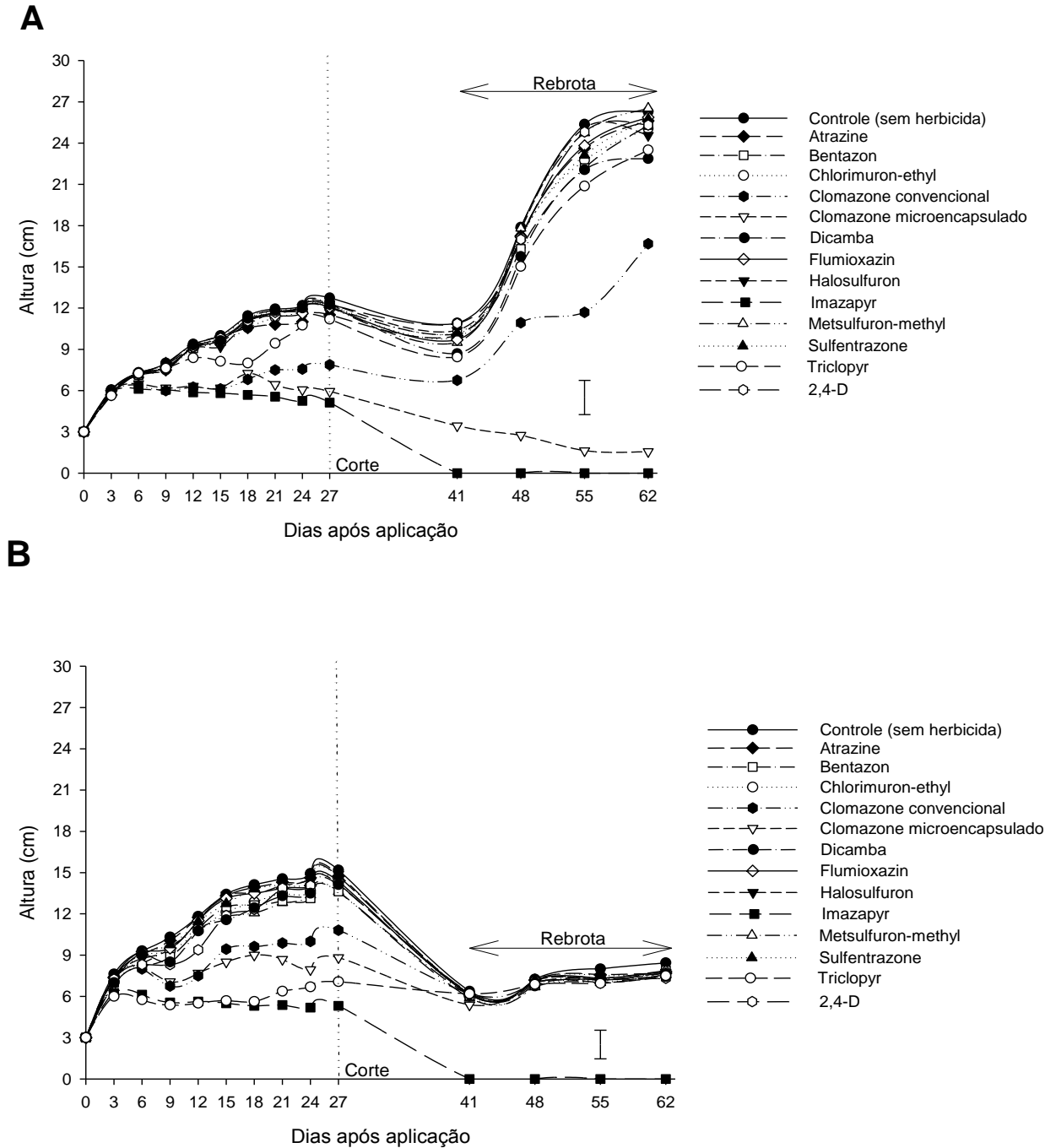
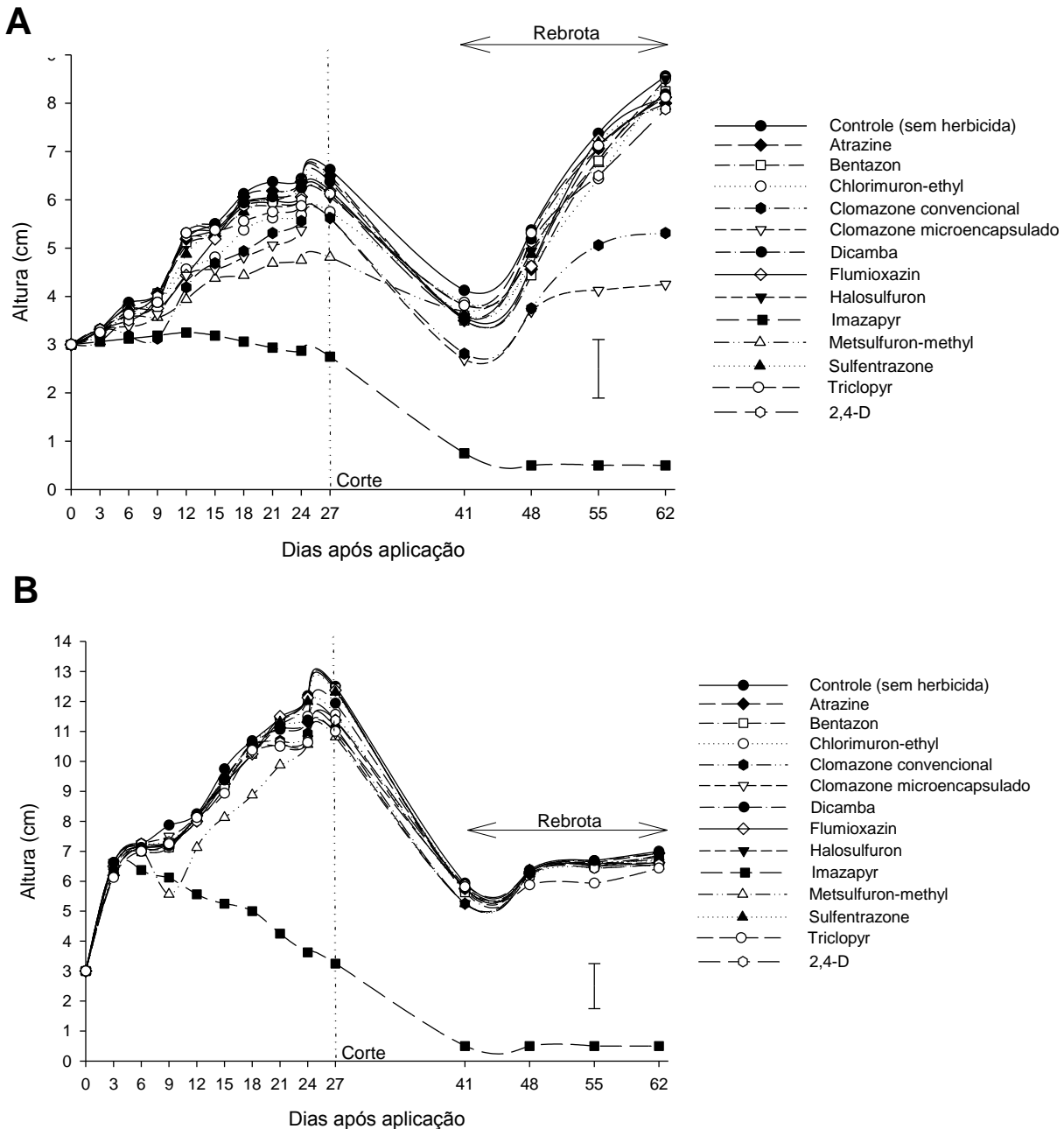


Figura 27 - Altura (cm) nos dois experimentos (A e B), em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência da grama *Zoysia japonica* (Grama Esmeralda). A barra corresponde à DMS, diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DMS: A:1,21 e B:1,50.



Nas tabelas (13 e 14) e (15 e 16), são apresentados os teores de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência em folhas de grama *C. dactylon* x *C. tranvaalensis* (Grama Bermuda - Tifton 419) e *Z. japonica* (Grama Esmeralda).

Analisando as duas espécies de grama em todos os períodos avaliados nos dois experimentos não houve diferença nos teores dos pigmentos analisados sob a

aplicação em pós-emergência dos herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, halosulfuron, triclopyr e 2,4-D. Além disso, em grama Bermuda, as aplicações de flumioxazin, metsulfuron-methyl e sulfentrazone não influenciaram negativamente nos pigmentos analisados (Tabela 13 e 14).

Em grama Esmeralda no primeiro experimento, aos 9 DAA observou-se redução nos valores de clorofila total e carotenoides para a aplicação dos herbicidas flumioxazin e sulfentrazone e aos 18 DAA para os carotenoides. Já no segundo estudo, essa redução nos teores de clorofila total e carotenoides ocorreram aos 18 DAA (Tabelas 15 e 16). O comportamento dos sintomas de fitointoxicação nas aplicações desses herbicidas foram maiores em grama *Z. japonica*, assim, refletiu-se na interferências de concentrações desses pigmentos. Conforme Oliveira Júnior (2001), o mecanismo de ação desses herbicidas (inibidores da PROTOX), acarreta em reduções na produção de clorofila e carotenoides. A recuperação das plantas submetidas à aplicação desses herbicidas com o passar do tempo, em conjunto com técnicas de manejo em gramados como a irrigação diária, refletiu no acúmulo de clorofila total e carotenoides (COSTA et al., 2010a).

O herbicida metsulfuron-methyl em grama Esmeralda no primeiro experimento, interferiu negativamente na concentração dos pigmentos aos 9 DAA, e no segundo, aos 9 e 18 DAA, com exceção dos carotenoides no primeiro período de avaliação (Tabelas 15 e 16). Riethmuller-Haage et al. (2006), avaliando a influência do herbicida metsulfuron-methyl nos teores de clorofila, concluíram que esse herbicida reduziu em 45% os teores de clorofila *a* e *b* após 4 DAA, demonstrando a alta sensibilidade desses pigmentos a esse herbicida.

Em Tifton 419 e *Z. japonica* o herbicida clomazone interferiu negativamente nas concentrações de clorofila total e carotenoides em todas as avaliações independente da formulação (Tabelas 13, 14, 15 e 16). Esse resultado era esperado, já que o mecanismos de ação dessa molécula consiste no paralização indireta da síntese de carotenoides, na qual é inicialmente bloqueada a enzima 1-desoxi-xilulose-5-fosfatase sintase (DOXP), enzima chave na fosfato metil-eritrol via isoprenoide.p-hidroxifenilpiruvato, resultando em bloqueio da via responsável pela síntese de carotenoides (DAYAN; ZACCARO, 2012). Herbicidas do mesmo mecanismo de ação do clomazone, reduziram os teores totais de pigmentos e carotenoides, após a aplicação em grama Batatais (BARBOSA et al., 2017).

Pode-se observar que, o herbicida imazapyr proporcionou reduções nos teores de clorofila total aos 18 e 27 DAA, no primeiro experimento e no segundo, em todos os períodos de avaliação para todos os pigmentos em grama Bermuda (Tabelas 13 e 14). Já em Esmeralda esse herbicida prejudicou os pigmentos nos dois experimentos e todas as épocas avaliadas (Tabelas 15 e 16). A ação dos herbicidas pode provocar estresse oxidativo, reduzindo assim os teores de pigmentos, acarretando a redução de fotossíntese, logo prejudicando o desenvolvimento da planta (WEI; DENG, 1996).

Tabela 13 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Cynodon dactylon* x *Cynodon. tranvaalensis* (Grama Bermuda – Tifton 419) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Primeiro experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	156,30 a	6,97 a	168,45 a	9,57 a	181,06 a	10,11 a
Atrazine	148,10 a	6,78 a	165,23 a	8,98 a	178,03 a	10,01 a
Bentazon	148,67 a	6,85 a	163,66 a	9,01 a	177,87 a	10,03 a
Chlorimuron-ethyl	147,50 a	6,70 a	164,85 a	8,95 a	177,94 a	10,02 a
Clomazone convencional	74,83 c	4,04 c	52,79 c	7,04 b	65,90 b	7,39 b
Clomazone microencapsulado	94,66 bc	4,75 bc	45,65 c	6,58 b	13,66 c	1,63 b
Dicamba	147,56 a	6,72 a	164,01 a	9,02 a	179,07 a	10,06 a
Flumioxazin	147,45 a	6,73 a	164,17 a	9,03 a	178,92 a	10,08 a
Halosulfuron	147,13 a	6,77 a	162,95 a	9,12 a	178,76 a	10,08 a
Imazapyr	117,69 a	6,01 ab	90,40 b	9,00 a	48,46 b	9,67 a
Metsulfuron-methyl	147,32 a	6,72 a	163,26 a	9,04 a	177,21 a	10,10 a
Sulfentrazone	147,72 a	6,71 a	165,90 a	9,01 a	179,73 a	10,09 a
Triclopyr	148,90 a	6,72 a	165,32 a	9,00 a	181,34 a	10,06 a
2,4-D	147,23 a	6,75 a	163,79 a	9,03 a	178,89 a	10,09 a
Média Geral	137,22	6,37	142,96	8,74	149,77	9,31
Teste F	17,87**	5,35**	221,45**	5,19**	220,89**	16,38**
C.V. (%)	8,31	11,87	4,15	8,40	5,30	11,97

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F

Tabela 14 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Cynodon dactylon* x *Cynodon tranvaalensis* (Grama Bermuda – Tifton 419) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Segundo experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	113,40 a	12,16 a	120,63 a	13,47 a	124,71 a	14,19 a
Atrazine	112,39 a	11,08 ab	118,58 a	13,43 a	123,39 a	14,08 a
Bentazon	112,25 a	11,83 a	119,11 a	13,16 a	123,61 a	14,31 a
Chlorimuron-ethyl	112,86 a	11,27 ab	119,39 a	13,30 a	123,81 a	14,30 a
Clomazone convencional	44,45 c	6,22 c	61,23 b	7,29 bc	65,61 b	9,55 b
Clomazone microencapsulado	48,61 c	7,02 c	50,63 b	4,62 c	55,24 b	4,19 c
Dicamba	112,51 a	11,28 ab	119,42 a	13,15 a	123,07 a	14,01 a
Flumioxazin	112,06 a	11,81 a	119,30 a	13,02 a	123,80 a	14,02 a
Halosulfuron	112,79 a	11,93 a	119,03 a	13,24 a	123,56 a	14,17 a
Imazapyr	74,28 b	8,49 bc	50,56 b	7,76 bc	19,33 c	5,16 c
Metsulfuron-methyl	112,43 a	11,80 a	118,70 a	9,23 b	123,45 a	14,38 a
Sulfentrazone	112,51 a	11,35 ab	118,69 a	13,17 a	123,80 a	14,14 a
Triclopyr	111,16 a	11,92 a	119,63 a	13,04 a	123,96 a	14,07 a
2,4-D	111,33 a	11,73 a	118,94 a	13,05 a	123,61 a	14,20 a
Média Geral	100,22**	10,71	105,27	11,5	107,21	12,48
Teste F	79,11**	10,41**	119,63**	18,35**	113,95**	43,37**
C.V. (%)	5,59	11,30	4,83	11,99	5,97	8,60

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F

Tabela 15 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Zoysia japonica* (Grama Esmeralda) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Primeiro experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	148,95 a	13,33 a	146,58 a	18,74 a	148,82 a	18,83 a
Atrazine	137,73 a	13,02 a	144,32 a	18,42 a	147,79 a	18,06 a
Bentazon	143,94 a	13,05 a	143,73 a	18,38 a	147,88 a	18,07 a
Chlorimuron-ethyl	144,45 a	13,28 a	142,37 a	18,43 a	148,14 a	18,70 a
Clomazone convencional	48,72 c	2,76 c	15,60 c	1,72 b	29,20 c	3,44 b
Clomazone microencapsulado	51,67 c	3,70 bc	21,47 bc	2,40 b	5,03 d	0,84 c
Dicamba	138,18 a	13,22 a	142,82 a	18,45 a	147,67 a	18,22 a
Flumioxazin	89,99 b	7,13 b	140,60 a	7,61 b	148,15 a	18,23 a
Halosulfuron	145,76 a	13,09 a	142,70 a	18,46 a	147,99 a	18,72 a
Imazapyr	73,72 bc	4,99 bc	54,81 b	4,73 b	49,38 b	3,74 b
Metsulfuron-methyl	96,63 b	5,76 bc	124,27 a	10,02 ab	147,58 a	17,80 a
Sulfentrazone	81,24 b	6,50 bc	140,35 a	7,64 b	148,58 a	18,50 a
Triclopyr	135,54 a	13,00 a	142,39 a	18,19 a	148,11 a	18,34 a
2,4-D	137,48 a	13,27 a	143,71 a	18,13 a	147,77 a	18,26 a
Média Geral	112,43	9,72	117,55	12,96	122,29	14,99
Teste F	45,73**	32,31**	52,23**	11,61**	662,81**	169,85**
C.V. (%)	9,76	15,36	11,33	12,96	3,30	6,87

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 16 - Concentração ($\mu\text{g g}^{-1}$) de clorofila total (clorofila *a* + clorofila *b*) e carotenoides em folhas de grama *Zoysia japonica* (Gramma Esmeralda) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência. Segundo experimento.

Tratamentos	Dias após a aplicação					
	9		18		27	
	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides	Clorofila total	Carotenoides
Controle (sem herbicida)	144,63 a	5,14 a	168,73 a	8,65 a	193,09 a	15,87 a
Atrazine	143,91 a	5,07 a	167,79 a	8,34 a	191,70 a	15,38 a
Bentazon	143,50 a	5,05 a	167,49 a	8,36 a	192,96 a	15,07 a
Chlorimuron-ethyl	143,05 a	5,08 a	167,04 a	8,21 a	190,88 a	15,17 a
Clomazone convencional	22,01 c	1,51 bc	4,27 d	1,17 d	53,63 c	0,89 b
Clomazone microencapsulado	25,20 c	1,13 c	4,02 d	1,03 d	50,27 c	0,94 b
Dicamba	144,03 a	5,08 a	167,06 a	8,28 a	192,54 a	15,08 a
Flumioxazin	96,44 a	5,03 a	131,60 b	6,83 b	192,43 a	15,80 a
Halosulfuron	143,12 a	5,09 a	167,28 a	8,45 a	191,66 a	15,23 a
Imazapyr	75,16 b	3,17 b	103,90 c	4,54 c	93,73 b	2,46 b
Metsulfuron-methyl	77,09 b	5,51 a	137,45 b	6,23 b	188,22 a	14,89 a
Sulfentrazone	96,28 a	5,10 a	135,32 b	6,79 b	192,75 a	15,33 a
Triclopyr	144,01 a	5,01 a	167,04 a	8,40 a	192,27 a	15,30 a
2,4-D	144,18 a	5,03 a	167,27 a	8,43 a	192,58 a	15,05 a
Média Geral	110,22	4,43	132,59	6,69	164,91	12,32
Teste F	256,01**	15,53**	1443**	118,97**	85,00**	90,58**
C.V. (%)	5,14	16,28	2,3	7,23	7,17	10,09

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Com relação aos valores de biomassa seca das aparas de grama Bermuda - Tifton 419 (*C. dactylon* x *C. tranvaalensis*) (Tabelas 17 e 18) e Esmeralda (*Z. japonica*) (Tabelas 19 e 20), os herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl, sulfentrazone e 2,4-D não influenciaram nessa variável, e podem ser considerados seletivos a grama Bermuda e Esmeralda. O herbicida triclopyr não influenciou negativamente a biomassa seca das aparas somente Esmeralda (Tabelas 19 e 20), logo, pode ser considerado seletivo. Em contra partida, em grama Bermuda os efeitos fitotóxicos refletiram na redução a biomassa (Tabelas 17 e 18), assim, esse herbicida não pode ser considerado seletivo.

Embora a espécie *Z. japonica* submetida a aplicação do flumioxazin e sulfentrazone tenha apresentado injúrias, estes podem ser considerados seletivos, pois ao final das avaliações o acúmulo da biomassa seca igualou-se ao tratamento controle (sem herbicida) (Tabelas 17 e 18).

De acordo com Costa et al. (2002b), os herbicidas betazon, halosulfuron, e metsulfuron-methyl e 2,4-D não influenciaram na biomassa seca em grama Esmeralda. Marques (2012), não observou redução na biomassa seca de grama Esmeralda submetida a aplicação de halosulfuron, 2,4-D e bentazon. Maciel et al.

(2011), constataram que grama Bermuda e Esmeralda submetidas a aplicação de metsulfuron-methyl em condições de luz parcial, não tiveram reduções na biomassa seca. Dinalli et al. (2015), não verificaram reduções da biomassa seca de folhas de grama Esmeralda submetidas a aplicação metsulfuron-methyl.

Já o clomazone em ambas as espécies e nas duas formulações influenciaram negativamente na biomassa seca das asparas. Embora tenha ocorrido ligeira recuperação para a formulação convencional para essa variável analisada, não se pode considerar seletivo devido ao intenso e grande período de fitointoxicação e comprometimento da TCV. Essa redução da biomassa também foi observada por aplicação de isoxaflutole, herbicida do mesmo mecanismo de ação do clomazone, em grama Batatais (BARBOSA et al., 2017).

O herbicida imazapyr além de afetar negativamente a maioria das variáveis analisadas nas duas espécies de grama, reduziu significativamente a biomassa seca do gramado, sendo assim, não pode ser considerado seletivo a Tifton 419 e *Z. japonica*.

Tabela 17 - Biomassa seca das asparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Cynodon dactylon* x *Cynodon tranvaalensis* (Grama Bermuda - Tifton 419). Primeiro experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	11,18 a	15,10 a
Atrazine	10,41 a	13,13 ab
Bentazon	11,13 a	13,04 ab
Chlorimuron-ethyl	10,51 a	13,84 a
Clomazone convencional	4,69 bc	9,72 b
Clomazone microencapsulado	4,39 bc	0,39 c
Dicamba	10,45 a	13,03 ab
Flumioxazin	10,70 a	13,22 ab
Halosulfuron	10,15 a	13,80 a
Imazapyr	1,85 c	0,00 c
Metsulfuron-methyl	10,00 a	13,55 a
Sulfentrazone	10,27 a	13,09 ab
Triclopyr	7,00 b	12,75 ab
2,4-D	10,17 a	13,18 ab
Média Geral	8,77	11,27
Teste F	28,21**	45,88**
C.V. (%)	12,92	11,27

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 18 - Biomassa seca das asparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Cynodon dactylon* x *Cynodon tranvaalensis* (Gramma Bermuda - Tifton 419). Segundo experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	7,21 a	2,86 a
Atrazine	6,87 a	2,65 a
Bentazon	6,83 a	2,67 a
Chlorimuron-ethyl	6,80 a	2,70 a
Clomazone convencional	4,05 b	2,36 a
Clomazone microencapsulado	3,57 b	0,65 b
Dicamba	6,87 a	2,65 a
Flumioxazin	6,90 a	2,67 a
Halosulfuron	6,89 a	2,72 a
Imazapyr	0,68 c	0,00 b
Metsulfuron-methyl	6,83 a	2,68 a
Sulfentrazone	6,82 a	2,66 a
Triclopyr	4,99 b	2,47 a
2,4-D	6,84 a	2,67 a
Média Geral	5,87	2,31
Teste F	44,78**	15,12**
C.V. (%)	9,64	19,08

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 19 - Biomassa seca das asparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Zoysia japonica* (Gramma Esmeralda). Primeiro experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	6,16 a	9,30 a
Atrazine	5,66 ab	8,94 a
Bentazon	5,67 ab	8,74 a
Chlorimuron-ethyl	5,33 ab	8,54 a
Clomazone convencional	2,52 c	3,71 b
Clomazone microencapsulado	2,07 c	1,10 c
Dicamba	5,68 ab	8,50 a
Flumioxazin	5,35 ab	8,89 a
Halosulfuron	5,42 ab	9,14 a
Imazapyr	2,45 c	0,50 c
Metsulfuron-methyl	4,76 b	8,13 a
Sulfentrazone	5,31 ab	8,84 a
Triclopyr	5,57 ab	8,52 a
2,4-D	5,38 ab	8,34 a
Média Geral	4,81	7,22
Teste F	37,20**	37,90**
C.V. (%)	9,35	14,19

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Tabela 20 - Biomassa seca das asparas (g) em função dos herbicidas aplicados em pós-emergência de grama *Zoysia japonica* (Grama Esmeralda). Segundo experimento.

Tratamento	Biomassa seca corte (g)	Biomassa seca rebrota (g)
Controle (sem herbicida)	8,40 a	5,24 a
Atrazine	8,06 a	5,07 a
Bentazon	8,04 a	5,19 a
Chlorimuron-ethyl	8,08 a	4,94 a
Clomazone convencional	4,93 c	3,11 b
Clomazone microencapsulado	5,12 c	3,15 b
Dicamba	8,15 a	5,16 a
Flumioxazin	7,51 ab	5,08 a
Halosulfuron	8,16 a	5,04 a
Imazapyr	2,73 d	0,37 c
Metsulfuron-methyl	7,45 ab	5,09 a
Sulfentrazone	7,58 ab	5,05 a
Triclopyr	8,16 a	5,00 a
2,4-D	8,12 a	5,05 a
Média Geral	7,10	4,47
Teste F	47,20**	27,38**
C.V. (%)	6,96	11,76

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

5 CONCLUSÕES

A intensidade dos sintomas de fitointoxicação e da taxa de cobertura verde, observadas nas diferentes espécies de gramas estudadas foi dependente da espécie, do herbicida, do tempo, assim como a recuperação do gramado.

O grau de intoxicação refletiu diretamente na taxa de cobertura verde, sendo esse último, uma importante técnica na definição sobre a seletividade e a quantificação das injúrias provocadas pelos herbicidas.

O herbicida metsulfuron-methyl apresenta potencial como regulador de crescimento em espécies *Paspalum notatum*, *Axonopus compressus* e *Zoysia japonica*.

A formulação do herbicida clomazone influencia no grau de fitointoxicação as plantas tratadas em função do tempo.

Independente da espécie de grama estudada, o herbicida imazapyr não foi seletivo.

Os herbicidas atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl e sulfentrazone foram seletivos as espécies de grama *Paspalum notatum* (Grama Batatais) e *Axonopus compressus* (São Carlos).

Para o gramado de *Zoysia japonica* (Grama Esmeralda) os herbicidas seletivos foram: atrazine, bentazon, chlorimuron-ethyl, dicamba, flumioxazin, halosulfuron, metsulfuron-methyl, sulfentrazone e 2,4-D. Exceto o triclopyr, os herbicidas seletivos para *Z. japonica* podem também ser considerados seletivos para a espécie *Cynodon dactylon* x *Cynodon tranvaalensis* (Grama Bermuda - Tifton 419).

REFERÊNCIAS

- AKANDA, R. U. et al. Influence of postemergence herbicides on tropical soda apple (*Solanum viarum*) and bahiagrass (*Paspalum notatum*). **Weed Technology**, Champaign, v. 11, n. 3, p. 656-661, 1997.
- ANTONIOLLI, D. Produção, regularização e conquistas do mercado de gramas cultivadas no Brasil. In: MATEUS, C. M. D. et al. **Tópicos atuais em gramados IV**. 1. ed. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, FEPAF/UNESP/FCA, 2015, p. 9-22.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de Herbicidas. In: MONQUERO, P. A. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: Rima, 2014, p. 217-232.
- BARBOSA, A. P. et. al. Crescimento e teor de pigmentos de *Paspalum notatum* em resposta a aplicação de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, PR, v. 16, n. 2, p. 152-162, 2017.
- BELL, G. E., et. al. Herbicide tolerance of two cold-resistant bermudagrass (*Cynodon* spp.) cultivars determined by visual assessment and vehicle-mounted optical sensing. **Weed technology**, Champaign, v. 14, n. 3, p. 635-641, 2000.
- BERTÉ, L. N.; COSTA, N. V. D.; RAMELLA, J. R. P. Effects of clomazone formulations at the initial development of *Jatropha curcas*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia v. 45, n. 4, p. 364-369, 2015.
- BLUM, R. R.; ISGRIGG III, J. O. H. N.; YELVERTON, F. H. Purple (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*C. esculentus*) control in bermudagrass (*Cynodon dactylon*) turf. **Weed Technology**, Champaign v. 14, n. 2, p. 357-365, 2000.
- BOND, B. T., et. al. Efficacy of herbicides to control bermudagrass for enhancement of northern bobwhite habitat. **Proc. Ann. Conf. Southeast. Assoc. Fish Wildl. Agencies**, vol. 59, p. 191-199, 2005.
- BUNNELL, B. T. et al. Differential response of five bahiagrass (*Paspalum notatum*) cultivars to metsulfuron. **Weed Technology**, Champaign, v. 17, n. 3, p. 550-553, 2003.
- BUSEY, P. Cultural management of weed in turfgrass: a review. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 6, p. 1899, 2003.
- CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2010.

- CATUNDA, M. G. et. al. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comossus*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.23, p.115-121, 2005.
- CHRISTIANS, N. E.; PATTON, A. J.; LAW, Q. D. **Fundamentals of turfgrass management**. 5. ed. 2016. 480 p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; ARANDA, A. N. Seletividade de herbicidas a cinco tipos de gramas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 2, p. 273-278, 2001.
- COSTA, N. V. et al. Seletividade de herbicidas aplicados na grama Batatais e na grama São Carlos. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 365-374, 2010a.
- COSTA, N. V. et al. Seletividade de herbicidas aplicados nas gramas Santo Agostinho e Esmeralda. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 139-148, 2010b.
- CUDNEY, D. W., et. al. Common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) management in cool-season turfgrass. **Weed technology**, Champaign, v. 11, n. 3, p. 478-483, 1997.
- DAVIS, T. D.; CURRY, E. A. Chemical regulation of vegetative growth. **Critical Review Plant Science**, Philadelphia, v. 10, n. 2, p. 151-188, 1991.
- DAYAN, F. E.; ZACCARO, M. L. M. Chlorophyll fluorescence as a marker for herbicide mechanisms of action. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 102, n. 3, p. 189-197, 2012.
- DEMATTÊ, M. E. S. P. et al. **Nitrogênio, fósforo, potássio, adubo orgânico e calcário dolomítico na produção de sementes de grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé) em Latossol Vermelho Escuro**. 1983. 34 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1983.
- DEMATTÊ, M. E. S. P. Implantação e manutenção de jardins. In: GRAZIANO T. T. **Jardinagem**. Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 71-95.
- DERR, J.F. Broadleaf Weed Control with Sulfonylurea Herbicides in Cool-Season Turfgrass. **Weed Technology**, Champaign, v. 26, n. 3, p. 582-586, 2012.
- DERNOEDEN, P. H. Planting and care of a zoysia grass lawn. Home and Garden, Maryland cooperative extension, **Univ. of Maryland**, p. 4, 1999.
- DINALLI, R. P. et al. Application of herbicides as growth regulators of emerald Zoysia grass fertilized with Nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 36, n. 3, p. 1875–1894, 2015.
- DIPAOLA, J. M.; LEWIS, W. M.; GILBERT, W. B. 1989. Turfgrasses and growth regulators. Cent. Transportation Eng. Studies. Rep. No. FHWA/ NC-89/009.
- DOROH, M. C.; MCELROY, J. S.; VAN SANTEN, E. 2010. Evaluation of new aryloxyphenoxypropionate herbicides for control of bermudagrass in zoysiagrass. **Weed Technology**, Champaign, v. 25, n. 1, p. 97-102, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**: 3 ed. Brasília, EMBRAPA, 2013. 353 p.

FAGERNESS, M. J.; YELVERTON, F. H.; COOPER, R. J. Bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] and Zoysiagrass (*Zoysia japonica*) establishment after preemergent herbicide applications. **Weed Technology**, Champaign, v. 16, n. 3, p. 597-602, 2002.

FERRELL, J. A. et al. Effects of postemergence herbicides on centipedegrass seed production. **Weed technology**, Champaign, v. 17, n. 4, p. 871-875, 2003.

FERRELL, J.; MURPHY, T.; WALTZ, C. The Sulfonylurea Herbicides: Where do They Fit in Turfgrasses? **University of Georgia Department of Crop and Soil Sciences**. 15 p. 2004.

FLESSNER M. L.; MCELROY J. S.; WEHTJE G. R. Quantification of warm-season turfgrass injury from triclopyr and aminocyclopyrachlor. **Weed Technology**, Champaign, v. 25, n. 3, p. 367-373, 2011.

FLESSNER, M. L. et al. Utilizing flumioxazin for annual bluegrass (*Poa annua*) control in bermudagrass turf. **Weed technology**, Champaign, v. 27, n. 3, p. 590-595, 2013.

FRANÇA, M. S. J. Quem diria: Enfim, a ciência chega aos gramados. **Revista Unesp Ciência**, ano 3, n.33, p.42-43, 2012.

FREITAS, F. C. L. et al. Eficiência do triclopyr no controle de plantas daninhas em gramado (*Paspalum notatum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 159-164, 2003.

GIMENEZ, A. E. et al. Annual grass control by glyphosate plus, bentazon, chlorimuron, fomesafen or imazethapyr mixtures. **Weed Technology**, Champaign, v. 12, n. 1, p.134-136, 1998.

GLEASON, C.; RHONDA, C. F.; KARAM, B. S. Mutant analysis in Arabidopsis provides insight into the molecular mode of action of the auxinic herbicide dicamba. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 6, n. 3, p.1-12, 2011.

GOATLEY Jr, J. M.; MADDOX, V. L.; WATKINS, R. M. Growth regulation of bahiagrass (*Paspalum notatum* Fluegge) with imazaquin and AC 263,222. **Hortscience**, v. 31, n. 3, p. 396-399, 1996.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. **Nutrição e adubação para gramados**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1. 2003, Botucatu. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP 2003. 1 CD-ROM.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção e consumo de gramas crescem no Brasil. In: **Agriannual - Anuário da Agricultura Brasileira**, 10 ed., São Paulo: Sipcam Agro/FPN Consultoria & Agroinformatismos, 2005, p.35-38.

GODOY, L.J.G. et al. **Nutrição, adubação e calagem para a produção de gramas**. 1.ed. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais FEPAF, 2012. 146p.

GRIFFIN, K. A., DICKENS, R., & WEST, M. S. Imazapyr for common bermudagrass control in sod fields. **Crop science**, Madison, v. 34, n. 1, p. 202-207, 1994.

GURGEL, R. A. G. Principais espécies e variedades de grama. In: I SIGRA – Simpósio sobre Gramados, 2003, Botucatu, SP. **Produção, implantação e manutenção...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003.

HENRY, G. M. et al. Indaziflam programs for weed control in overseeded bermudagrass turf. **HortTechnology**, v. 22, n. 6, p. 774-777, 2012.

HEPHNER A. J. et al. Sequential postemergence applications for the control of khaki weed in bermudagrass turf. **HortScience**. v. 47, n. 3, p. 434-436, 2013.

HOYLE, J. A.; YELVERTON, F. H.; GANNON, T. W. Evaluating multiple rating methods utilized in turfgrass weed science. **Weed Technology**, Champaign, v. 27, n. 2, p. 362-368, 2013.

JOHNSON, B. J. Postemergence winter weed control in bermudagrass (*Cynodon dactylon*) turf. **Weed Science**, Champaign, v. 28, n. 4, p. 385-392, 1980.

JOHNSON, B. J. Response of bahiagrass (*Paspalum notatum*) to plant growth regulators. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, n. 4, p. 895-899, 1990.

JOHNSON, B. J.; CARROW, R. N. Tolerance of zoysiagrass (*Zoysia* spp.) cultivars to preemergence herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 13, n. 4, p. 706-712, 1999.

JUNG, H.I.; KUK, Y.I.; BACK, K.; BURGOS, N.R. Resistance pattern and antioxidant enzyme profiles of protoporphyrinogen oxidase (PROTOX) inhibitor-resistant transgenic rice. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 91, n.1, p. 53-65, 2008.

KARCHER, D. E.; M. D. RICHARDSON. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**. Madison, v. 43, n. 3, p. 943-951, 2003.

KELLEY, K. B.; RIECHERS, D. E. Recent developments in auxin biology and new opportunities for auxinic herbicide research. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 89, n. 1, p. 1-11, 2007.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. Tomo I. 825 p.

KOJOROSKI-SILVA, C. M. et al. Desenvolvimento morfológico das gramas Esmeralda, São Carlos e Tifton 419. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.35, n.3, p. 471-477, 2011.

LEON, R. G.; UNRUH, B. Turfgrass Herbicides: Mechanisms of Action and Resistance Management, 2015. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/AG/AG39800.pdf>. Acessado em: 11 abr. 2018.

LAURETTI, R. L. Implantação de gramados por sementes In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1., 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. p. 61-82.

LAWSON, R. N.; UNRUH, J. B.; BRECKE, B. J. Lawn burweed (*Soliva pterosperma*) control in hybrid bermudagrass (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) and common centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides*). **Weed technology**, Champaign, v. 16, n. 1, p. 84-87, 2002.

LEWER, P.; OWEN, W. J.; Selective action of the herbicide triclopyr. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 36, n. 2, p. 187-200, 1990.

LEWIS, D. F. et al. Efficacy and safening of aryloxyphenoxypropionate herbicides when tank-mixed with triclopyr for bermudagrass control in zoysiagrass turf. **Weed Technology**, Champaign, v. 24, n. 4, p. 489-494, 2010.

LINDE, D. T.; WATSCHKE, T. L.; JARRETT, A. R. Surface runoff comparison between creeping bentgrass and perennial ryegrass turf. **Journal Turfgrass Manegent**, v.2, p.11-33, 1999.

LORENZI, H. **Plantas invasoras do Brasil**: terrestres aquáticas, parasitas e tóxicas. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008, 672p.

MACIEL, C. D. G. et al. Composição florística da comunidade infestante em gramados de *Paspalum notatum* no município de Assis, SP. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, p. 57-64, 2008.

MACIEL, C. D. G. Resultados de pesquisa com herbicidas em gramados - um apelo para o registro de produtos. In: V Simpósio Sobre Gramados, 2010, Botucatu, SP. Tópicos atuais em gramados II: **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2010.

MACIEL, C. D. G. et al. Desenvolvimento de gramados submetidos à aplicação de retardadores de crescimento em diferentes condições de luminosidade. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 383-395, 2011.

MACIEL, C. D. G. et al. Seletividade e eficácia dos herbicidas Kapina® e Kapina Plus® no controle de tiririca em gramas bermuda e esmeralda. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Londrina, PR, v. 12, n. 1, p. 39-46, 2013.

MACIEL, C. D. G. et al. Phytosociological Survey of Weeds in Carpet Grass in Distinct Periods of the Year. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 691-700, 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura. AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>> Acesso em: 18 de janeiro de 2018.

MARQUES, R. P. **Seletividade de herbicidas aplicados sobre espécies de gramas em relação às características morfo-anatômicas foliares**. 2012. 112 f. Tese Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MCCARTY, L. B.; MILLER, G. **Managing bermudagrass turf**: Selection, construction, cultural practices, and pest management strategies. Chlesea, 2002. 237 p.

MCCULLOUGH, P. E. et al. Preemergence Herbicides Influence Sprig Establishment of 'TifEagle' Bermudagrass. **Weed Technology**, Champaign, v. 26, n. 2, p. 300-303, 2012.

MCCULLOUGH, P. E., YU, J.; BARREDA, D. G. Seashore paspalum (*Paspalum vaginatum*) tolerance to pronamide applications for annual bluegrass control. **Weed Technology**, Champaign, v. 26, n. 2, p. 289-293, 2012.

MCELROY, J. S.; MARTINS, D. Use of herbicides on turfgrass. **Planta daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 455-467, 2013.

MCELROY, J. S.; BREEDEN, G. K. Triclopyr safens the use of fluazifop and fenoxaprop on zoysiagrass while maintaining bermudagrass suppression. **Applied Turfgrass Science**, Madison, v. 3, n. 1, p. 0-0, 2006.

MONQUERO, P. A., et al. Seletividade de herbicidas em espécies de gramas ornamentais. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 296-304, 2012.

NELSON, L. S.; GETSINGER, K. D.; KFLEN, T. Effect of Chemical Treatments on Bahiagrass (*Paspalum notatum*) Suppression. **Weed Technology**, Champaign, v. 7, n. 1, p. 127-133, 1993.

NORDI J. C.; LANDGRAF P. R. C. Composição florística e fitossociologia da comunidade, infestante em gramado de *Paspalum notatum* Flüge no laboratório de botânica da Universidade de Taubaté, SP. **Revista Biociência**. Porto Alegre, v. 15, n. 2, 106-14, 2010.

OLIVEIRA, M. F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu manejo**. Guaíba, Agropecuária. 2001, p. 315-362.

OLIVEIRA C. A. V. M. **Fitossociologia da comunidade infestante de gramados de grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüge) em praças de Jaboticabal, SP**. 2011, 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas, In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, cap. 10, p. 243-262.

PATTON, A. J. et al. Sulfonylurea herbicide safety on newly sprigged bermudagrass and seashore paspalum. **Weed Technology**, Champaign, v. 24, n. 3, p. 342-348, 2010.

PETERSON, K.; ARNOLD, K. S. BREMER, D. **Custom Light Box for Digital Image Turfgrass Analysis**. K- State Turfgrass Research. 2011. p. 89-91.

PIMENTA, C. H. Produção de gramas. In: I SIGRA – Simpósio sobre Gramados, 2003. Botucatu, SP. **Produção, implantação e manutenção...** Botucatu: Unesp – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p

RIETHMULLER-HAAGE, I., et. al. Influence of the acetolactate synthase inhibitor metsulfuron-methyl on the operation, regulation and organisation of photosynthesis in *Solanum nigrum*. **Photosynthesis research**, v. 88, n. 3, p. 331-341, 2006.

ROBERTSON, M. M.; KIRKWOOD, R. C. The mode of action of foliage-applied translocated herbicides with particular reference to the phenoxy-acid compounds. **Weed Research**, v. 10, n. 2, p. 94-120, 1970.

SALVADOR, E. D.; MINAMI, K. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) em bandejas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 26, n. 2, p. 237-243, 2002.

SANTOS, A. J. M. et al.. Implementos para descompactação do solo na produção de gramas. In: Simpósio sobre gramados, 6, 2012, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados III...** Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais FEPAF, 2012. p.100-110.

SANTOS, F. S. et. al. Resposta antioxidante, formação de fitoquelatinas e composição de pigmentos fotoprotetores em *brachiaria decumbens* stapf submetida à contaminação com Cd e Zn. **Química Nova**, São Paulo, SP, v.34, p.16-20, 2011.

SEAMAN, D. Trends in the formulation of pesticides: an overview. **Pesticide Science**, Malden, v. 29, n. 4, p. 437-449, 1990.

SENSEMAN S.A. Manual de herbicidas. 9. Ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina. 42 p. 1995.

SILVA, C. M. K. **Morfofisiologia de gramas ornamentais e esportivas: aspectos anatômicos, morfológicos e de manejo**. Passo Fundo, 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, 2008.

TOMLIN, C. **The pesticide manual: incorporating the agrochemicals handbook**. 10. ed. Cambridge: British Crop Protection Council, 1995. 1341 p.

TRIPATHY, B. C.; MOHAPATRA, A.; GUPTA, I. Impairment of the photosynthetic apparatus by oxidative stress induced by photosensitization reaction of protoporphyrin IX. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics**, v. 1767, n. 6, p. 860-868, 2007.

UDDIN M.K. et al. Seawater: An alternative grassy weed control method for post emergence herbicides in tropical turfgrass. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 51, n. 1, p. 153-160, 2014.

UNRUH, J. B. Biologia de gramas de estação quente. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: manejo de gramas na produção e em gramados formados, 2, 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais FEPAF/GEMFER, 2004. p. 9-40.

UNRUH, J. B. et al. Tolerance of ‘Salam’ seashore paspalum (*Paspalum vaginatum*) to postemergence herbicides. **Weed technology**, Champaign, v. 20, n. 3, p. 612-616, 2006.

VELINI, E. D. Utilização de fitorreguladores em gramados. In: I SIGRA – Simpósio sobre Gramados, 1, 2003, Botucatu, SP. **Produção, implantação e manutenção...** Botucatu: Unesp – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. F. **The grass genera of the world**. United Kingdom: CAB Publications, 1992. p. 1081.

WEI, N.; DENG, X. W. The role of the COP/DET/FUS genes in light control of Arabidopsis seedling development. **Plant Physiology**, Washington, v.112, p.871-878, 1996.

WHORTON, C. **Factors influencing volatile release from encapsulation matrices**. Washington, DC: ACS, 1995.

ZANON, M. E; PIRES, E. C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: V Simpósio Sobre Gramados, 2010, Botucatu, SP. Tópicos atuais em gramados II: **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2010.