

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Seletividade de herbicidas em mudas de noqueira-macadâmia
(*Macadamia integrifolia*)

Felipe Carrara de Brito

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2021

Felipe Carrara de Brito
Engenheiro Agrônomo

Seletividade de herbicidas em mudas de noqueira-macadâmia
(*Macadamia integrifolia*)
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Brito, Felipe Carrara de

Seletividade de herbicidas em mudas de noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia*) / Felipe Carrara de Brito - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2021.

36 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Controle químico 2. Macadâmia 3. Plantas daninhas I. Título

**Em memória ao meu avô Eugênio em quem tanto me espelho
e que nos deixa com grande saudade, dedico.**

AGRADECIMENTOS

À toda minha família pelo apoio incondicional e motivação nessa jornada.

Ao professor Ricardo Victoria Filho pela orientação e oportunidade.

Aos proprietários da Queen Nut Macadâmia, Maria Teresa Penteado Egreja Camargo e ao Dr. José Eduardo Mendes Camargo que permitiram e viabilizaram para que esse estudo fosse realizado.

À todos os integrantes da Queen Nut Macadâmia que se disponibilizaram em ajudar na condução dos experimentos.

Aos amigos membros do Prohort pela parceria e ensinamentos compartilhados para realização desse trabalho.

À minha segunda família República 10 Alqueires por tantos momentos bons e amizades tão sinceras.

“No fim tudo dá certo, e se não deu certo é porque ainda não chegou ao fim”

Fernando Sabino

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	10
1.2 CULTIVARES	11
1.3 BIOLOGIA DA NOGUEIRA-MACADÂMIA	11
1.4 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	12
1.4.1 Controle preventivo.....	13
1.4.2 Controle cultural.....	14
1.4.3 Controle físico.....	14
1.4.4 Controle químico.....	15
1.5 OBJETIVO.....	17
2 MATERIAL E MÉTODOS	19
2.1 Experimento 1.....	19
2.1.1 Área experimental e variedades.....	19
2.1.2 Tratamentos e Avaliações.....	19
2.1.3 Análise Estatística.....	20
2.2 Experimento 2.....	20
2.2.1 Área experimental e variedades.....	20
2.2.2 Tratamentos e Avaliações.....	20
2.2.3 Análise Estatística.....	22
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS.....	35

RESUMO

Seletividade de herbicidas em mudas de noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia*)

A cultura da noqueira-macadâmia apresenta produção difundida no Brasil após seleção de variedades adaptadas ao clima e as condições de cultivo do país e trata-se de uma boa opção para implantação em médias propriedades, devido seu alto retorno econômico. O sistema de plantio é baseado na instalação de mudas no campo e nessa fase inicial de desenvolvimento o controle de plantas daninhas é importante, visando evitar a competição inicial e garantir um bom estabelecimento do pomar. Este trabalho objetivou avaliar alternativas de herbicidas para aplicação em pós emergência da cultura, em mudas de noqueira-macadâmia, de forma seletiva e que apresentem bom resultado de controle das plantas daninhas. Foram avaliados os herbicidas: glufosinate-ammonium, haloxyfop, indaziflam, s-metolachlor e glyphosate em duas modalidades de aplicação no primeiro experimento à campo: sobre a planta toda ou sobre o caule. Um segundo experimento foi realizado em casa de vegetação para verificar a seletividade das mudas, aplicando os mesmos herbicidas sobre toda a planta. No primeiro experimento não foi observada fitointoxicação inicial nas mudas, sendo observada fitointoxicação a partir dos 70 dias após aplicação (DAA). No segundo experimento não houve diferença estatística entre os tratamentos nas avaliações de fitointoxicação, altura de plantas e diâmetro do caule das mudas, que foram avaliados até 63DAA. Desta forma a avaliação de seletividade dos herbicidas em mudas de noqueira macadâmia deve preferencialmente ser avaliada por mais de 70 DAA para o posicionamento seguro de herbicidas seletivos na cultura. Os herbicidas s-metolachlor e glufosinate-ammonium podem ser utilizados em pomares jovens de noqueira-macadâmia. Mais estudos com a fitotoxicidade de herbicidas em noqueira-macadâmia precisam ser realizados.

Palavras-chave: Controle químico, Macadâmia, Plantas daninhas

ABSTRACT

Herbicide selectivity in walnut-macadamia seedlings (*Macadamia integrifolia*)

The walnut-macadamia culture has a widespread production in Brazil after selection of varieties adapted to the country's climate and cultivation conditions and is a good option for implantation in medium properties, due to its high economic return. The planting system is based on the installation of seedlings in the field and in this initial stage of development weed control is important, to avoid the initial competition and ensure a good establishment of the orchard. This work aimed to evaluate herbicide alternatives for application in emergence of the crop, in walnut-macadamia seedlings, in a selective way and that present good result of weed control. The herbicides were evaluated: ammonium glufosinate, haloxyfop, indaziflam, s-metolachlor and glyphosate in two application modalities: on the whole plant or on the stem. A second experiment was carried out to verify the selectivity of the seedlings, applying the same herbicides on the seedlings. In the first experiment, no initial phytotoxicity was observed in the seedlings, but phytotoxicity was observed after 70 days after application (DAA). In the second experiment, there was no statistical difference between treatments in the evaluations of phytointoxication, plant height and stem diameter of the seedlings, which were evaluated up to 63DAA. In this way, the evaluation of the selectivity of herbicides in macadamia nut seedlings should preferably be evaluated by more than 70 DAA for the safe positioning of selective herbicides in the crop.

Keywords: Chemical control, Macadamia, Weeds

1 INTRODUÇÃO

A noqueira-macadâmia, noz-macadâmia ou simplesmente macadâmia como são chamadas as plantas das espécies *Macadamia integrifolia* e *M. tetraphyla* bem como híbridos entre essas duas espécies, são pertencentes à família botânica Proteaceae, e são originárias da Austrália Ocidental, onde podia ser encontrada em florestas densas nas províncias de New South Wales e Queensland.

A macadâmia foi introduzida no Havaí ainda no século 19 como quebra-vento para cultivos de cana-de-açúcar (O'HARE, STEPHENSON, *et al.*, 2004). A partir deste momento começou-se a perceber o potencial da produção comercial dessa noz e houve a expansão dos plantios comerciais. Com esta expansão também cresceram os estudos a respeito das técnicas de cultivo: o controle de pragas, desenvolvimento de novas variedades, tecnologias de pós-colheita e beneficiamento.

Na Austrália o interesse pelo plantio comercial da noz-macadâmia só teve importância após o desenvolvimento das pesquisas no Havaí. No início da produção comercial na Austrália, as variedades presentes nos pomares eram de origem Havaiana e assim permaneceram por muitos anos até o desenvolvimento das variedades australianas, que hoje no país representam a maioria das árvores presentes nos pomares novos (O'HARE, STEPHENSON, *et al.*, 2004).

No Brasil a introdução da macadâmia ocorreu em 1935 e somente em 1948 o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) começou a desenvolver estudos para cultivos comerciais no Brasil, principalmente no que se refere à adaptação climática. As variedades brasileiras que hoje são largamente plantadas nos pomares do país foram desenvolvidas pelo IAC.

Hoje em dia o Brasil aparece como oitavo país no ranking de área plantada de macadâmia e tem um potencial de crescimento muito grande, como uma boa alternativa de produção em propriedades médias, por ter uma alta rentabilidade por área, que facilmente supera outras atividades agrícolas como pecuária, cultivo de cana-de-açúcar e cafeicultura. Atualmente o estado de São Paulo, seguido do Espírito Santo e Minas Gerais são os estados com maiores áreas plantadas de macadâmia.

Essas árvores produzem amêndoas de sabor suave e uma crocância superior à outras nozes após o processo de torra, somado à crescente procura por nozes e castanhas devido à importância desses alimentos na dieta diária. Isso fez com que o interesse por essa noz crescesse muito nos últimos anos.

1.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Típica de clima tropical, em sua origem a noqueira macadâmia era encontrada em densas florestas úmidas e se adaptou bem em regiões que cujas condições favorecem o cultivo de frutíferas tropicais tais como mamão, banana e abacate (DE VILIERIS e JOUBERT, 2003) e subtropicais como citros ou café.

A macadâmia, no entanto, tem seu melhor desenvolvimento em regiões cuja as temperaturas variam entre 20°C e 25°C (TROCHOULIAS e LAHAV, 1983) e observou-se que a temperatura é de suma importância para a planta de macadâmia por conta desta induzir a diferenciação das gemas em gemas florais, que ocorre no Brasil por volta do mês de abril quando as temperaturas começam a cair (SCRAMENTO e PEREIRA, 2003).

A evidência da necessidade de temperaturas baixas para o início do florescimento da macadâmia (MONCUR, STEPHENSON e TROCHOULAS, 2000) em regiões cujas temperaturas são mais amenas ao longo de todo ano, a indução floral ocorre antecipadamente. Em experimento de laboratório (SHIGEURA e OOKA, 1984) as temperaturas entre 12°C e 18°C representam a faixa ótima para a indução do florescimento e observou-se (SÃO JOSÉ, 1991) que nas condições de campo a faixa ideal está situada entre 16°C e 18°C.

Em regiões com verões mais amenos, estudos de campo evidenciaram um melhor desenvolvimento de frutos e maior acúmulo de óleo, pela menor ocorrência de dias com temperaturas extremas (STEPHENSON e CULL, 1986), isso é facilmente notado em condições de campo, onde em regiões como por exemplo o sul de Minas Gerais, por conta da sua maior altitude e o sul do estado de São Paulo com temperaturas mais amenas, as nozes de macadâmia tendem a ter um calibre maior e melhor qualidade das amêndoas.

Um fator que também é fundamental no cultivo da noqueira-macadâmia é a pluviosidade. O florescimento acontece entre julho e agosto no Brasil, uma época com baixos índices pluviométricos e durante o desenvolvimento dos frutos as exigências hídricas da planta aumenta consideravelmente. Dessa forma as regiões mais aptas para o cultivo da noqueira-macadâmia apresentam uma pluviosidade anual entre 1.000 e 2.300 mm/ano (STOREY, 1969). A fase de crescimento de frutos e maturação dos mesmos é a fase mais crítica com relação ao déficit hídrico, principalmente nos meses de novembro e dezembro, quando os frutos estão na fase de acúmulo de óleo e a falta de água pode acarretar no conseqüente abortamento dos frutos antes do tempo correto, fazendo com que este perca qualidade e valor de mercado.

Um fator que não é limitante, porém é importante no cultivo da noqueira-macadâmia é sua susceptibilidade à quebra de galhos provocada por vento principalmente em variedades que possuem arquitetura de copa menos densa e mais volumosas. Em plantas jovens e mudas recém transplantadas, o uso de estacas de tutoramento, a correta poda de formação e o uso de quebra-vento são suficientes para amenizar danos desse tipo (DE VILIERIS e JOUBERT, 2003).

1.2 CULTIVARES

Durante a década de 80 no Brasil, por uma iniciativa do Instituto Agrônomo de São Paulo (IAC), iniciou-se a seleção nacional de variedades de noqueira-macadâmia na estação experimental do município paulista de Tietê. Os pesquisadores procuravam selecionar variedades que fossem adaptadas às condições climáticas do Brasil, buscando sempre uma maior produtividade e com melhor qualidade nas amêndoas. Deste processo de seleção foram lançadas novas variedades que perpetuam até hoje como variedades de referência em produção e qualidade como é o caso das variedades Waiado ou IAC 4-12 B, IAC 1-21, IAC 9-20, Keami ou IAC 4-20, Keaudu ou IAC 2-23, IAC Campinas - A e IAC Campinas – B, Kakere ou IAC 5-10, 3-4^a e Waiare ou IAC 8-17. As que apresentaram melhor qualidade das amêndoas foram as variedades IAC 3-4A, IAC 5-10, IAC campinas – B, IAC 21^a, IAC 4-20 e IAC 9-20 (SILVA e CANTUARIAS AVILÉS, 2010).

Para plantios comerciais é sempre recomendado o plantio de pelo menos duas cultivares distintas para aumentar a taxa de cruzamento do material genético e dessa forma aumentar a produtividade, uma vez que a autopolinização resulta, na maior parte das vezes, o abortamento do fruto antes de seu crescimento, fazendo com que a interposição de variedades diferentes aumente a produtividade do pomar (SILVA e CANTUARIAS AVILÉS, 2010).

1.3 BIOLOGIA DA NOGUEIRA-MACADÂMIA

As mudas de noqueira macadâmia são formadas a partir de sementes que darão origem ao porta-enxerto ou cavalo. As sementes devem passar por um processo de embebição, por 24 a 48 horas, para então serem semeadas em substrato inerte, livre de pragas e doenças e com a umidade elevada. Geralmente a semeadura é realizada em bandejas ou caixas de areia (SUGUINO, MARTINS e PERDONÁ, 2019).

Após cerca de 25 a 50 dias após a semeadura as sementes germinaram, e após essa etapa as plântulas são transplantadas para os recipientes onde permanecerão até a sua

comercialização, geralmente em sacos plásticos com cerca de 2 litros de volume, preenchido com substrato comercial. Espera-se que a planta atinja o calibre entre 0,5 e 0,7 mm à uma altura de 15 à 25 cm no substrato da muda, o que deve ocorrer entre cerca de 6 meses a 1 ano após o transplante do porta-enxerto (SUGUINO, MARTINS e PERDONÁ, 2019).

As mudas enxertadas vão crescer até atingirem cerca de 70 cm de altura, quando estarão com a resistência necessária para serem transplantadas para o campo. As mudas enxertadas ainda devem ser aclimatadas durante 15 dias antes da comercialização para que se adaptem às condições de maior insolação e menor regime hídrico.

Após o plantio e estabelecimento do pomar, as plantas estarão aptas a produzirem quando atingirem o quarto ou quinto ano após o plantio, porém somente após 12 a 16 anos é que as árvores atingirão seu ápice de produtivo (O'HARE, STEPHENSON, *et al.*, 2004), quando atingem o seu máximo volume de copa.

O intumescimento das gemas florais ocorre no mês de maio (SILVA e CANTUARIAS AVILÉS, 2010) e a formação, expansão e antese dos racemos florais ocorre entre julho e agosto. Para a produção econômica, essa fase de florescimento é a mais crítica do ponto de vista fitossanitário, por se tratar de um tecido delicado, rico em reservas nutricionais proveniente do pólen e do néctar abundantes nas flores para atração de polinizadores, em especial as abelhas da espécie *Apis mellifera*, características essas que tornam as inflorescências vulneráveis ao ataque de pragas e doenças.

Logo após a fase de florescimento, ocorre a fase de descarte das flores que não foram fecundadas, onde as flores devidamente fecundadas continuam aderidas à raquis e perdem suas sépalas. Os frutos vão crescendo até atingirem seu calibre máximo por volta dos meses de novembro e dezembro e tem a sua maturação, transformando o amido em óleo entre dezembro e janeiro.

1.4 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Por definição, o controle de plantas daninhas consiste na realização de práticas que irão diminuir a infestação destas, porém a sua completa eliminação, chamada erradicação, raramente é alcançada principalmente em grandes cultivos. Para se atingir o controle esperado das plantas daninhas em uma lavoura geralmente se utiliza de um ou mais métodos, à essa associação dá-se o nome de “controle integrado” (LORENZI, 2014).

Se as plantas daninhas não forem controladas, elas podem causar problemas nos pomares de noqueira-macadâmia. As plantas daninhas competem com as árvores por água,

nutrientes e luz. Principalmente nas idades mais jovens, as plantas cultivadas são mais suscetíveis à competição com as plantas daninhas, e à medida que crescem vão se tornando mais competitivas até o ponto em que as plantas daninhas praticamente têm seu crescimento restrito à áreas com maior incidência de luz solar (DEFRANK e NISHIMOTO, 2000).

Ainda assim as plantas daninhas se não controladas aumentam o custo de colheita, além de abrigarem insetos considerados pragas, abrigam roedores e animais peçonhentos. O controle de plantas daninhas também diminui a incidência de danos causados por insetos à produção (DEFRANK e NISHIMOTO, 2000).

O segundo maior custo operacional (KEELER e FUKUNAGA, 1968) no cultivo da noqueira-macadâmia é o controle de plantas daninhas, abaixo somente do custo com a colheita. Segundo os autores, isso acontece geralmente devido à deficiência no controle inicial, quando as árvores ainda são jovens e pouco competitivas contra as plantas daninhas.

O controle somente próximo ao caule das árvores vai resultar em um custo menor, com menor mão de obra de menor uso de herbicidas. Entretanto essa prática faz com que haja uma constante disseminação de sementes das plantas daninhas que nascem nas entrelinhas. Há ainda a desvantagem, nesse sistema de controle, a dificuldade encontrada para a realização de outras operações que dependem de mão de obra e maquinário, dificultando o trânsito de pessoas e máquinas pelo pomar.

O controle de plantas daninhas pode ser realizado fisicamente, mecanicamente, culturalmente e quimicamente. Por meio do uso de cobertura vegetal, roçagem, cultivos intercalares nas entrelinhas e com o uso de herbicidas.

1.4.1 Controle preventivo

O controle preventivo consiste em práticas para evitar a introdução, disseminação e estabelecimento das plantas daninhas na área cultivada (LORENZI, 2014). Assim como no cultivo de citros (PETRY, BAYER, *et al.*, 2013) no cultivo de noqueira-macadâmia assim como em outras perenes, são recomendadas para adubação verde e cobertura verde plantas de crescimento ereto, uma vez que as trepadeiras podem se tornar um problema quando começam a crescer sobre as plantas cultivadas causando o sombreamento, quebra de partes das árvores e dificultar as operações de campo. Dentre as plantas que devem ser evitadas no plantio de cobertura e de adubação verde com hábito trepador estão as mucunas-preta, branca e cinza (*Mucuna pruriens*) além do lab-lab (*Dolichos lablab*).

1.4.2 Controle cultural

O controle cultural tem como objetivo principal, aumentar a competitividade da planta cultivada em detrimento da planta daninha, com o uso da rotação de culturas, alteração do espaçamento e cultivo de coberturas verdes (LORENZI, 2014).

Para o cultivo de macadâmia o controle cultural por meio da cobertura verde é uma forma efetiva de reduzir a utilização de herbicidas. A cobertura utilizada deve ser de rápido estabelecimento na área, tolerante à sombra, ter um crescimento lento e ser facilmente manejada com herbicidas para o controle de crescimento (DEFRANK e NISHIMOTO, 2000).

Em pomares jovens de citros (PETRY, BAYER, *et al.*, 2013) recomenda-se o plantio de espécies de maior porte, uma vez que os tratamentos culturais acontecem mais esporadicamente, dentre as espécies recomendadas estão as crotalárias (*Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*), o feijão-guandu (*Cajanus cajan* cv. *fava-larga*) e o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.) plantados de forma intercalada nas entrelinhas de plantio da cultura perene para não impedir o trânsito e assim não dificultar as operações nas mudas.

Em pomares adultos, a cobertura vegetal deve ser permanente e deve-se optar por espécies de porte baixo, uma vez que as operações com mão de obra e maquinário se intensificam. Essa cobertura vegetal deve então ser manejada com roçagens para manter sua estatura e não prejudicar os tratamentos culturais (PETRY, BAYER, *et al.*, 2013). Dentre as opções de espécies com essas características, recomenda-se (DE LUCENA, DE CARVALHO e XAVIER, 2017) principalmente as braquiárias (*Urochloa spp.*)

1.4.3 Controle físico

Controle físico ou mecânico consiste no manejo das plantas daninhas por meio de processos físico-mecânicos como por exemplo, a eliminação de plantas manualmente pelo processo chamado de monda, por capina com enxada, com a utilização de roçadeiras manuais e tratorizadas, e com o uso de cultivadores (LORENZI, 2014).

A monda é muito utilizada, sobretudo em cultivos de hortas caseiras, mas também em viveiros de produção de mudas (LORENZI, 2014), onde as plantas daninhas que crescem no torrão das mudas macadâmia são arrancadas manualmente. Também são arrancadas manualmente as plantas que se encontram muito próximo do caule das plantas em um plantio jovem, com o objetivo de evitar ferimentos às mudas novas.

A capina manual é realizada utilizando enxada e apesar do alto custo operacional pelo baixo rendimento e alto valor da mão-de-obra braçal, ainda é muito utilizada como

complemento à outras técnicas de controle (LORENZI, 2014). O controle de plantas daninhas em uma área de 50 cm a partir do caule da muda recém plantada é vital para o bom desenvolvimento do pomar (O'HARE, STEPHENSON, *et al.*, 2004), e o uso de cultivadores não deve chegar á menos de 1 metro de distância da planta. Nesse contexto o uso da capina é um dos métodos recomendados, juntamente com o uso de cobertura vegetal morta.

A cobertura vegetal morta, também chamada “mulching” além de proteger o solo contra a perda de água por evaporação, diminuir sua temperatura, melhorar a estrutura superficial, também auxilia no controle de plantas daninhas. A cobertura morta pode ser feita utilizando o material resultante da roçagem das entrelinhas, além de outras palhas adquiridas para essa finalidade como feno, ou então o uso de carpele decomposto podem ser usados para a mesma finalidade (O'HARE, STEPHENSON, *et al.*, 2004).

1.4.4 Controle químico

O controle químico consiste no uso de substâncias químicas que são capazes de matar ou inibir o crescimento e desenvolvimento de plantas, à essas substâncias é dado o nome de herbicida. Alguns desses produtos no entanto são capazes de matar somente alguns tipos de plantas sem causar injúrias em outros. Essa característica é muito importante principalmente quando a planta cultivada não é afetada pelo herbicida que se pretende utilizar, se tornando uma ferramenta muito importante na agricultura, da mesma forma se forem mal utilizados podem gerar prejuízos enormes (LORENZI, 2014).

Por conta da alta sensibilidade das mudas jovens de macadâmia à herbicidas, principalmente glyphosate, e de falhas na aplicação que causam deriva ou acabam atingindo as planta, realidade no cenário de campo, o uso de herbicidas dessecantes, com atuação por contato, são os mais indicados para o controle químico enquanto o pomar ainda é jovem e as mudas de noqueira-macadâmia são sensíveis, entretanto esse tipo de herbicida é mais indicado para plantas daninhas anuais por somente afetarem os órgãos das plantas em que entrarem em contato, sem afetar suas estruturas de reserva (O'HARE, STEPHENSON, *et al.*, 2004).

O uso do ammonium-glufosinate é um aminoácido fosforilado e é o único herbicida que inibe a glutamina sintetase na rota de assimilação do nitrogênio (MARCHI, MARCHI e GUIMARÃES, 2008), se mostra seguro para varias culturas perenes e tem sido recomendado para cultivo de ameixa, pêssego (CITADIN, 2009), romã (REGATO e GUERREIRO, 2012), entre outras frutíferas, que por ter ação de contato é preterido quando comparado ao glyphosate. Além disso o ammonium-glufosinate tem sido utilizado para o controle de plantas

daninhas resistentes ao glyphosate, aplicado isoladamente ou em conjunto com este para o controle de buva (*Conyza spp.*), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e diferentes espécies de caruru (*Amaranthus spp.*) (BRUNHARO, CHRISTOFFOLETI e NICOLAI, 2014).

O haloxyfop é um herbicida graminicida inibidor da Acetil-CoA carboxilase (ACCase), e tem sido bastante utilizada para o controle de gramíneas resistentes ao glyphosate como são os casos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-branco (*Chloris elata*) e capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (BRUNHARO, CHRISTOFFOLETI e NICOLAI, 2014). Por essa característica naturalmente seletiva do herbicida, ele se torna uma interessante opção para o produtor de macadâmia.

Para várias culturas o s-metolachlor tem sido indicado em vários países e para várias culturas, utilizado para o controle em pré-emergência das plantas daninhas, demonstrando bom controle destas e seletividade para diversos cultivos (O'CONNELL, HARMS e ALLEN, 1998). O s-metolachlor pertence ao grupo químico das acetamidas e é um inibidor da síntese de vários compostos na planta, tendo uma maior inibição dos meristemas apical e da raiz e é absorvido pelas regiões do hipocótilo e coleótilo das plântulas jovens, quase inexistindo as absorções por via foliar e radicular (KARAM, LARA, *et al.*, 2003).

O registro para várias culturas no Brasil como café, cana-de-açúcar entre outras frutíferas tais como citros, uva, manga, banana, goiaba, maçã, aliada a baixa seletividade para plantas aninhas e persistência em campo fazem o herbicida pré-emergente indaziflam talvez seja uma boa alternativa para o controle químico de plantas daninhas em pomares jovens de macadâmia. O indaziflam é uma molécula relativamente recente no mercado tendo sido registrada em 2016 (AMIN, FREITAS, *et al.*, 2014) e trata-se de um inibidor da síntese de celulose pertencente à nova classe química de herbicidas chamada “alkylazine”, entretanto ainda não se sabe exatamente todos os detalhes dos mecanismos de ação dessa molécula (GUERRA, 2013).

O glyphosate é um herbicida sistêmico inibidor da enzima EPSP sintetase da via metabólica do ácido chiquimico. Herbicidas de ação sistêmica tal como o glyphosate, são capazes de translocar pelos tecidos das plantas daninhas, isso faz com que estes sejam efetivos contra plantas daninhas anuais e perenes. Porém isso também faz com que estes sejam mais perigosos no uso especialmente em plantios jovens, onde não deve-se permitir que esses produtos entrem em contato com nenhuma parte da planta, pois mesmo baixos níveis de absorção podem ser fatais para elas. Por essa razão é importante que se removam as folhas dos porta-enxertos, usar pontas de pulverização anti-deriva bem como usar o “chapéu-de-

napoleão”, protetor que evita a deriva causada pelo vento. O uso de alta pressão durante a pulverização também podem aumentar o potencial de deriva (O'HARE, STEPHENSON, *et al.*, 2004).

1.5 OBJETIVO

O estudo de herbicidas seletivos às mudas de noqueira-macadâmia para controle das plantas daninhas foi o objetivo do presente trabalho de modo ampliar as opções de manejo disponíveis e reduzir a competição causada pelas plantas daninhas no estágio inicial da cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimento 1

2.1.1 Área experimental e variedades

O primeiro experimento foi conduzido em campo de abril à setembro de 2019 na cidade de Dois Córregos - SP. Foram utilizadas mudas de nogueira-macadâmia, da variedade HAES 741 enxertada sobre porta-enxerto de variedade Aloha plantadas em dezembro de 2018. As mudas foram distribuídas aleatoriamente entre as parcelas e o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com desdobramento fatorial (5x2) com cinco herbicidas e duas formas de aplicação: aplicação sobre a copa da muda e aplicação atingindo o caule a 15 cm de altura.

2.1.2 Tratamentos e Avaliações

A aplicação foi realizada após 4 meses que as mudas haviam sido transplantadas para o campo, a fim de assegurar que elas estivessem bem estabelecidas e bem adaptadas às condições de campo. Foram realizadas duas adubações nesse período, a primeira em 06/01/2019 e a segunda em 17/03/2019, ambas utilizando 50 gramas de NPK 20-05-20 após a chuva. Não foi realizado nenhum tipo de manejo fitossanitário nesse intervalo de tempo, por não ocorrerem ataque de pragas ou doenças que necessitassem essa atenção.

Os herbicidas utilizados foram glufosinate-ammonium (Finale[®], 200g i.a. L⁻¹, SL, Bayer), haloxyfop (Verdict[®], 120g e.a. L⁻¹, EC, Dow AgroScience), indaziflam (Alion[®], 500 g i.a. L⁻¹, SC, Bayer), s-metolachlor (Dual Gold[®], 960g i.a. L⁻¹, EC, Syngenta) e glyphosate (Roundup Ready[®], 480g e.a. L⁻¹, CS, Monsanto), e as duas formas de aplicação foram aplicações sobre a copa das plantas e aplicações atingindo o caule à uma altura de 15 cm para simular as condições que podem ocorrer durante uma operação em um plantio comercial.

A aplicação dos tratamentos foi realizada o dia 20 de abril de 2019 com temperatura de 15,4°C, 91% de umidade relativa do ar e sem vento, parâmetros estes medidos com termômetros de bulbo seco, bulbo úmido e anemômetro na ocasião da aplicação. Foi utilizado pulverizador costal pressurizado à CO₂ da marca Herbicat[®], equipado com barra contendo quatro pontas de pulverização da série Teejet tipo XR 110.02, a pressão constante de 200 kPa e vazão de 0,65 Lmin⁻¹, a velocidade de 1 ms⁻¹, a 50 cm no topo das mudas, quando a aplicação foi sobre a copa e à 15 cm de altura do solo quando a aplicação foi no caule, e em faixa de 50 cm de largura para cada ponta do pulverizador resultando em um volume de calda de 200 Lha⁻¹

Foram realizadas avaliações de altura total das plantas, diâmetro de caule à 15 centímetros de altura e avaliação atribuindo notas visuais sendo 0% a ausência de injúrias, até 100% com a morte das plantas, considerando sintomas visivelmente significativos de acordo com seu desenvolvimento (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD, 1995). As avaliações foram realizadas aos 0, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 84, 112 e 140 dias após a aplicação (DAA). Para a avaliação de altura foi utilizada trena metálica com resultados expressos em centímetros. Para a avaliação de diâmetro foi utilizado paquímetro metálico com resultados expressos em milímetros.

Após a última avaliação de fitotoxidez, altura e diâmetro aos 140 DAA, cada muda teve a parte aérea cortada rente ao solo.

2.1.3 Análise Estatística

Todos os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de variância e submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo Teste Tukey ($p \leq 0,05$).

2.2 Experimento 2

2.2.1 Área experimental e variedades

Um segundo experimento foi conduzido em casa de vegetação nos meses de março, abril e maio de 2021, na cidade de Dois Córregos-SP. Foram utilizadas mudas de nogueira-macadâmia, da variedade HAES 741 enxertada sobre porta-enxerto de variedade Aloha, com 2 anos de idade em sacos plásticos de 3 litros. As mudas foram distribuídas aleatoriamente entre as parcelas e foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 7 repetições e as unidades experimentais foram constituídas por uma muda cada.

Os sacos plásticos foram preenchidos com substrato composto por casca de pinus processada enriquecida com macronutrientes NPK. A análise química apresentou os seguintes resultados: pH (1:5) = 7,04; N (solúvel em H₂O) = 0,37%; P = 10,20 mg.dm⁻³; K = 18,50 mg.dm⁻³; Ca = 7,54 mg.dm⁻³; Mg = 5,17 mg.dm⁻³; S = 3,09 mg.dm⁻³; B = 2,02 mg.dm⁻³; Cu = 0,01 mg.dm⁻³; Fe = 2,56 mg.dm⁻³; Mn = 0,04 mg.dm⁻³; Zn = 0,04 mg.dm⁻³; Co = <0,0001 mg.dm⁻³; Mo = 0,01 mg.dm⁻³; Na = 8,50 mg.dm⁻³.

2.2.2 Tratamentos e Avaliações

Os tratamentos de herbicida do segundo experimento seguiram os mesmos tratamentos do primeiro experimento e foram compostos das aplicações em mudas de nogueira-macadâmia dos herbicidas glufosinate-ammonium (Finale[®], 200g i.a. L⁻¹, SL, Bayer),

haloxyfop (Verdict[®], 120g e.a. L⁻¹, EC, Dow AgroScience), indaziflam (Alion[®], 500 g i.a. L⁻¹, SC, Bayer), s-metolachlor (Dual Gold[®], 960g i.a. L⁻¹, EC, Syngenta) e glyphosate (Roundup Ready[®], 480g e.a. L⁻¹, CS, Monsanto), de forma isolada.

Os tratamentos desse experimento foram aplicados quando as mudas concluíram seu desenvolvimento no viveiro de produção, com o padrão comercial de mercado, selecionadas de um lote destinado à comercialização. Até o momento da aplicação dos tratamentos as mudas receberam todos os cuidados padrões da produção do viveiro quanto ao controle fitossanitário e fertilizações. Após a aplicação dos tratamentos as mudas retornaram à casa de vegetação e continuaram recebendo as adubações e pulverizações, sendo realizadas 4 pulverizações com adubos foliares e inseticidas, sendo eles Imidagold (imidacloprid) no dia 01/04/2021, Pirate (chlorfenapyr), Liquiplex CaMgB, NTop no dia 13/04/2021, Cooper Crop no dia 22/04/2021 e Mn Stoller no dia 04/05/2021.

A aplicação dos tratamentos foi realizada o dia 8 de março de 2021 com temperatura de 25,3°C, 73% de umidade relativa do ar e sem vento, parâmetros estes medidos com termômetros de bulbo seco, bulbo úmido e anemômetro na ocasião da aplicação. Foi utilizado pulverizador costal pressurizado à CO₂ da marca Herbicat[®], equipado com barra contendo quatro pontas de pulverização da série Teejet tipo XR 110.02, a pressão constante de 200 kPa e vazão de 0,65 Lmin⁻¹, a velocidade de 1 ms⁻¹, a 50 cm no topo das mudas e em faixa de 50 cm de largura para cada ponta do pulverizador resultando em volume de calda de 200 Lha⁻¹.

Foram realizadas avaliações de altura total das plantas, diâmetro de caule à 15 centímetros de altura e avaliação atribuindo notas visuais sendo 0% a ausência de injúrias, até 100% com a morte das plantas, considerando sintomas visivelmente significativos de acordo com seu desenvolvimento (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD, 1995). As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 49, 63 dias após a aplicação (DAA). Para a avaliação de altura foi utilizada trena metálica com resultados expressos em centímetros. Para a avaliação de diâmetro foi utilizado paquímetro metálico com resultados expressos em milímetros.

Após a última avaliação de fitotoxidez, altura e diâmetro aos 63 DAA, cada muda teve a parte aérea cortada rente ao substrato. Parte aérea e a raiz das mudas foram identificadas e acondicionadas em estufa com ventilação forçada à 65°C até atingir massa constante para a obtenção da massa seca.

2.2.3 Análise Estatística

Todos os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade e submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo Teste Tukey ($p \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se no experimento 1 que a altura das plantas do tratamento com glufosinato com aplicação em toda a planta diferiram do tratamento controle em altura aos 0, 7, 14 e 21 DAA (tabela 1), isso por conta da alta variação de altura encontradas nas mudas fornecidas para o experimento, onde foram distribuídas de forma aleatória entre os tratamentos e gerou a diferença significativa antes da aplicação do herbicida, que manteve-se nas demais avaliações até 21 DAA. Entretanto a diferença deixa de ser significativa já aos 28 DAA (tabela 2), não havendo interferência negativa das aplicações de herbicidas no desenvolvimento em altura das plantas.

Aos 28, 42, 56 e 112 DAA (tabelas 2 e 3) houve diferença na altura das plantas entre as formas de aplicação de haloxyfop, sendo que na aplicação sobre a copa observa-se uma menor altura da planta. Também houve diferença entre as alturas das plantas na aplicação de indaziflam sobre a copa e aos 42 DAA (tabela 2) e para o herbicida glyphosate aos 140 DAA (tabela 3) aplicado sobre a copa, indicando uma menor estatura de plantas que receberam essas aplicações nas datas analisadas.

A diferença na altura das plantas causada por glyphosate somente ao 140 DAA é constatada empiricamente nos pomares comerciais onde ocorre o superbrotamento na parte apical dos ramos juntamente com a paralização do crescimento assim como exemplificado na figura 1. Esses sintomas demoram a se manifestar na macadâmia uma vez que esta é uma planta de metabolismo e crescimento muito lentos além de possuir folhas rígidas que não apresentam murchamento dificultando a visualização de uma má aplicação de campo que atinjam as plantas.

Tabela 1. Altura de plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 0, 7, 14 e 21 DAA avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Altura (cm)							
	0 DAA		7 DAA		14 DAA		21 DAA	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	96,2 Ba	83,2 Aa	96,2 Ba	83,2 Aa	96,2 Ba	83,2 Aa	98,4 Ba	90,8 Aa
Haloxyfop	82,6 ABa	95,6 Aa	82,6 ABa	95,6 Aa	82,6 ABa	95,6 Aa	86,4 ABa	102,4 Aa
Indaziflam	82,2 ABa	88,2 Aa	82,2 ABa	88,2 Aa	82,2 ABa	88,2 Aa	82,2 ABa	95,4 Aa
S-metolachlor	85,8 ABa	84,8 Aa	85,8 ABa	84,8 Aa	85,8 ABa	84,8 Aa	87,8 ABa	90,6 Aa
Glyphosate	92,8 ABa	94,6 Aa	92,8 ABa	94,6 Aa	92,8 ABa	94,6 Aa	92,8 ABa	99,0 Aa
Controle	71 Aa	85 Aa	71 Aa	85 Aa	71 Aa	85 Aa	72,8 Aa	88,0 Aa

Médias seguidas de maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferiram significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey

Tabela 2. Altura de plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 28, 42, 56 e 70 DAA avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Altura (cm)							
	28DAA		42 DAA		56 DAA		70 DAA ^{ns}	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	98 Aa	94,6 Aa	102,4 Aa	98,6 Aa	104,6 Aa	99 Aa	103,4	98
Haloxypop	88 Aa	109,2 Ab	91,2 Aa	112,4 Ab	87,6 Aa	112,4 Ab	92	110,2
Indaziflam	81,8 Aa	96,8 Aa	83,4 Aa	104 Ab	84 Aa	104,6 Aa	86,4	104,60
S-metolachlor	90,2 Aa	95,2 Aa	95,6 Aa	94,2 Aa	79,2 Aa	95,4 Aa	96	97
Glyphosate	93,2 Aa	104,4 Aa	93,2 Aa	107 Aa	94,2 Aa	106,6 Aa	93,6	105,6
Controle	73,8 Aa	92,4 Ab	76,6 Aa	96,6 Ab	75,4 Aa	91,6 Aa	80,6	97

Médias seguidas de maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferiram significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey; ^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 3. Altura de plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 84, 112 e 140 DAA avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Altura (cm)					
	84 DAA ^{ns}		112 DAA		140 DAA	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	106,6	99,2	105 Aa	101 Aa	108,6 Aa	102,2 Aa
Haloxypop	93	111,6	92 Aa	114,4 Ab	94 Aa	113,2 Aa
Indaziflam	87,6	103,4	88,6 Aa	108 Aa	88,4 Aa	112,2 Aa
S-metolachlor	94,6	97,4	96,8 Aa	100,4 Aa	97,4 Aa	101,6 Aa
Glyphosate	93,4	105,8	93,2 Aa	108 Aa	89 Aa	113,6 Ab
Controle	80,6	96,8	82,4 Aa	99 Aa	83,6 Aa	102,8 Aa

Médias seguidas de maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferiram significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey; ^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos não apresentaram diferença significativa em diâmetro de caule, tanto para a forma de aplicação quanto para o herbicida utilizado. Os dados estão apresentados nas tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4. Diâmetro de caule de plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 0, 7, 14 e 21 DAA avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Diâmetro (cm)							
	0 DAA ^{ns}		7 DAA ^{ns}		14 DAA ^{ns}		21 DAA ^{ns}	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	1,22	1,1	1,22	1,1	1,22	1,1	1,3	1,18
Haloxifop	1,24	1,38	1,24	1,38	1,24	1,38	1,3	1,5
Indaziflam	1,12	1,16	1,12	1,16	1,12	1,16	1,32	1,3
S-metolachlor	1,2	1,08	1,2	1,08	1,2	1,08	1,32	1,22
Glyphosate	1,32	1,16	1,32	1,16	1,32	1,16	1,46	1,32
Controle	1,12	1,22	1,12	1,22	1,12	1,22	1,18	1,34

^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Diâmetro de caule de plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 28, 42, 56 e 70 DAA

avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Diâmetro (cm)							
	28 DAA ^{ns}		42 DAA ^{ns}		56 DAA ^{ns}		70 DAA ^{ns}	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	1,26	1,14	1,32	1,24	1,18	1,1	1,32	1,22
Haloxifop	1,34	1,52	1,34	1,48	1,2	1,44	1,36	1,52
Indaziflam	1,26	1,26	1,3	1,3	1,14	1,16	1,36	1,36
S-metolachlor	1,32	1,16	1,2	1,38	1	1,16	1,42	1,22
Glyphosate	1,46	1,24	1,48	1,26	1,28	1,16	1,34	1,28
Controle	1,12	1,28	1,2	1,36	1,12	1,22	1,23	1,38

^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Diâmetro de caule de plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 84, 112 e 140 DAA

avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Diâmetro (cm)					
	84 DAA ^{ns}		112 DAA ^{ns}		140 DAA ^{ns}	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	1,42	1,3	1,42	1,3	1,44	1,34
Haloxifop	1,4	1,62	1,44	1,62	1,52	1,7
Indaziflam	1,42	1,44	1,5	1,5	1,5	1,5
S-metolachlor	1,48	1,26	1,52	1,32	1,52	1,3
Glyphosate	1,46	1,32	1,52	1,4	1,46	1,46
Controle	1,28	1,44	1,3	1,48	1,3	1,52

^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados de fitotoxidez foram analisados à partir de 21 DAA (tabela7) devido à ausência de sintomas da aplicação dos herbicidas antes dessa data. Nota-se aos 84 DAA (tabela 8) que somente o glyphosate quando aplicado em toda a planta apresentou injúrias onde diferiu-se dos demais tratamentos de herbicidas. Já aos 140 DAA tanto o glyphosate quanto o indaziflam aplicados sobre a copa apresentaram diferenças em relação aos demais tratamentos.

Somente ocorreu diferença entre as formas de aplicação para o herbicida indaziflam aos 70, 84, 112 e 140 DAA, e para o herbicida glyphosate aos 140 DAA, onde as aplicações sobre a copa causaram sintomas classificados acima de 45%, o que é considerado um dano irreversível (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD, 1995).

Nota-se nos resultados que apesar de alguns tratamentos não diferirem do tratamento controle no que se refere à fitotoxidez causada às plantas, todos os herbicidas causaram sintomas de maior ou menor intensidade mesmo quando aplicados no caule das plantas. Isso ocorre por conta da epiderme fina que reveste o caule da noqueira-macadâmia, que pode ter sido responsável pela absorção dos herbicidas em quantidade suficiente para causar intoxicação nas plantas.

Tabela 7. Fitotoxidez em plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 21, 28, 42 e 56 DAA avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Fitotoxidez							
	21 DAA ^{NS}		28 DAA ^{NS}		42 DAA ^{NS}		56 DAA ^{NS}	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	4	19	5	20	7	24	11	24
Haloxifop	25	0	22	2	22	3	22	2
Indaziflam	12	3	6	11	16	6	28	5
S-metolachlor	28	14	21	5	23	18	27	19
Glyphosate	9	12	12	14	33	18	29	25
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0

^{NS}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. plantas de macadâmia após a aplicação de herbicidas sobre a copa e localizada no caule aos 70, 84, 112 e 140 DAA

avaliados no experimento 1.

Tratamentos	Fitotoxidez							
	70 DAA		84 DAA		112 DAA		140 DAA	
	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule	Planta	Caule
Glufosinate	14 Aa	33 Aa	22 ABa	30 Aa	13 Aa	26Aa	13ABa	31Aa
Haloxifop	10 Aa	6 Aa	28 ABa	12 Aa	23 Aa	3Aa	23ABa	10Aa
Indaziflam	45 Ab	6 Aa	47 ABb	7 Aa	50 Ab	5Aa	67Bb	16Aa
S-metolachlor	26 Aa	26 Aa	16 ABa	16 Aa	28 Aa	34Aa	33ABa	42Aa
Glyphosate	43 Aa	25 Aa	52 Ba	24 Aa	48 Aa	16Aa	69Bb	20Aa
Controle	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0 Aa	0Aa	0Aa	0Aa

Médias seguidas de maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferiram significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os dados de altura, diâmetro, fitotoxidez, massa seca de parte aérea e massa seca de raízes referentes ao experimento 2 estão apresentados à seguir nas tabelas 9, 10, 11, 12 e 13. Não houve diferenças estatísticas para nenhum dos dados analisados para as condições em que o experimento foi conduzido.

Tabela 9. Altura aos 7, 14, 21, 28, 35, 49 e 63 DAA avaliados durante o experimento 2 para os diferentes herbicidas.

Tratamentos	Altura (cm)						
	Avaliações						
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	49 DAA	63 DAA
Controle	81,00	81,85	81,71	82,28	81,57	82,71	83,00
Glufosinate	87,00	88,00	87,71	88,14	88,00	88,14	90,42
Haloxifop	79,57	79,28	79,14	79,57	79,85	80,57	81,28
Indaziflam	85,14	84,14	83,28	85,00	85,14	85,14	83,57
S-metolachlor	80,28	81,85	82,42	83,42	83,28	83,00	83,28
Glyphosate	83,57	84,00	83,28	84,00	84,14	84,57	84,14
F _{herbicida}	0,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,08 ^{ns}
CV (%)	5,99	6,25	6,70	6,82	6,59	6,70	6,77

^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10. Diâmetro aos 7, 14, 21, 28, 35, 49 e 63 DAA avaliados durante o experimento 2 para os diferentes herbicidas.

Tratamentos	Diâmetro (cm)						
	Avaliações						
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	49 DAA	63 DAA
Controle	1,157	1,128	1,142	1,185	1,214	1,214	1,228
Glufosinate	1,2	1,171	1,214	1,271	1,228	1,271	1,285
Haloxyfop	1,171	1,185	1,171	1,214	1,228	1,257	1,228
Indaziflam	1,2	1,171	1,142	1,2	1,214	1,214	1,214
S-metolachlor	1,157	1,171	1,128	1,2	1,2	1,171	1,142
Glyphosate	1,171	1,2	1,2	1,214	1,214	1,257	1,271
F _{herbicida}	0,95 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,24 ^{ns}
CV (%)	9,43	10,70	10,22	10,09	9,43	9,38	9,17

^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11. Fitotoxidez aos 7, 14, 21, 28, 35, 49 e 63 DAA avaliados durante o experimento 2 para os diferentes herbicidas.

Tratamentos	Fitotoxidez						
	Avaliações						
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	49 DAA	63 DAA
Controle	-	-	-	-	-	-	-
Glufosinate	2,83	4	4,5	3,66	3,66	4,33	4,00
Haloxyfop	2,33	3	4,5	2,66	2,33	2,66	2,00
Indaziflam	3,66	4,83	4,5	3,66	4,5	5,33	5,83
S-metolachlor	2	2	2	3	2	2,66	2,00
Glyphosate	2	2,33	2,33	2	2	2,33	4,00
F _{herbicida}	0,63 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,71 ^{ns}
CV (%)	22,02	29,39	28,35	23,48	27,9	33,45	41,61

^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Massa seca da parte aérea das mudas de macadâmia do experimento 2 para os diferentes tratamentos com herbicidas, aos 63 DAA.

Tratamento	Massa seca de parte aérea (gramas)
Controle	52,74
Glufosinate	59,73
Haloxifop	49,52
Indaziflam	53,64
S-metolachlor	51,83
Glyphosate	58,05
$F_{\text{herbicida}}$	0,13 ^{ns}
CV (%)	14,03

^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13. Massa seca das mudas de macadâmia do experimento 2 para os diferentes tratamentos com herbicidas, aos 63 DAA.

Tratamento	Massa seca de raízes (gramas)
Controle	32,18
Glufosinate	44,04
Haloxifop	47,77
Indaziflam	32,04
S-metolachlor	38,87
Glyphosate	34,77
$F_{\text{herbicida}}$	0,07 ^{ns}
CV (%)	15,26

Os dados de massa seca foram transformados pela função \sqrt{x} ; ^{ns}Médias não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Como observou-se no experimento 1, os sintomas de fitotoxidez ocorrem somente aos 21 DAA, isso deve por conta da característica da noqueira-macadâmia ter folhas que não apresentam mudanças visuais repentinas em sua coloração, sendo que a maioria dos sintomas de fitointoxicação são notados nos brotos, seja pela necrose do tecido vegetal ou pela superbrotção (figura 1) como ocorreu nas mudas onde foi aplicado glyphosate.

Visto isso, o segundo experimento foi realizado para averiguar se ocorreria uma resposta maior aos herbicidas em um ambiente com maior controle. Entretanto até os 63 DAA não observou-se sintomas significativos em nenhum dos tratamentos, como se pode notar na

figura 2. Entretanto os valores de fitotoxidez presentes na tabela 11 que são diferentes de zero, correspondem a algumas das plantas que apresentaram sintomas leves de necrose do ápice das brotações apicais, mas que não vão inibir o desenvolvimento da planta.

Essa diferença entre os sintomas observados na condição de campo que não foram observados na condição de casa de vegetação pode ser explicada pelo menor estresse sofrido pelas plantas nessa condição mais bem controlada, sem os estresses que o ambiente de campo gera. Além disso, pelo tempo de 4 meses transplantadas em campo, as mudas do experimento 1 emitiram muitas brotações novas no verão anterior e no momento da aplicação possuíam muitos ramos novos que tem uma absorção melhor dos herbicidas aplicados.

As mudas do experimento 2 foram podadas dias antes da aplicação dos tratamentos, como rotineiramente se faz em um lote pronto para a venda, dessa forma essas mudas não apresentavam brotações novas, somente folhas adultas com baixa absorção, o que pode ter contribuído também na ausência de diferença entre tratamentos.



Figura1. Sintoma típico de superbrotção da fitointoxicação por glyphosate em mudas de macadâmia, observado no experimento 1.

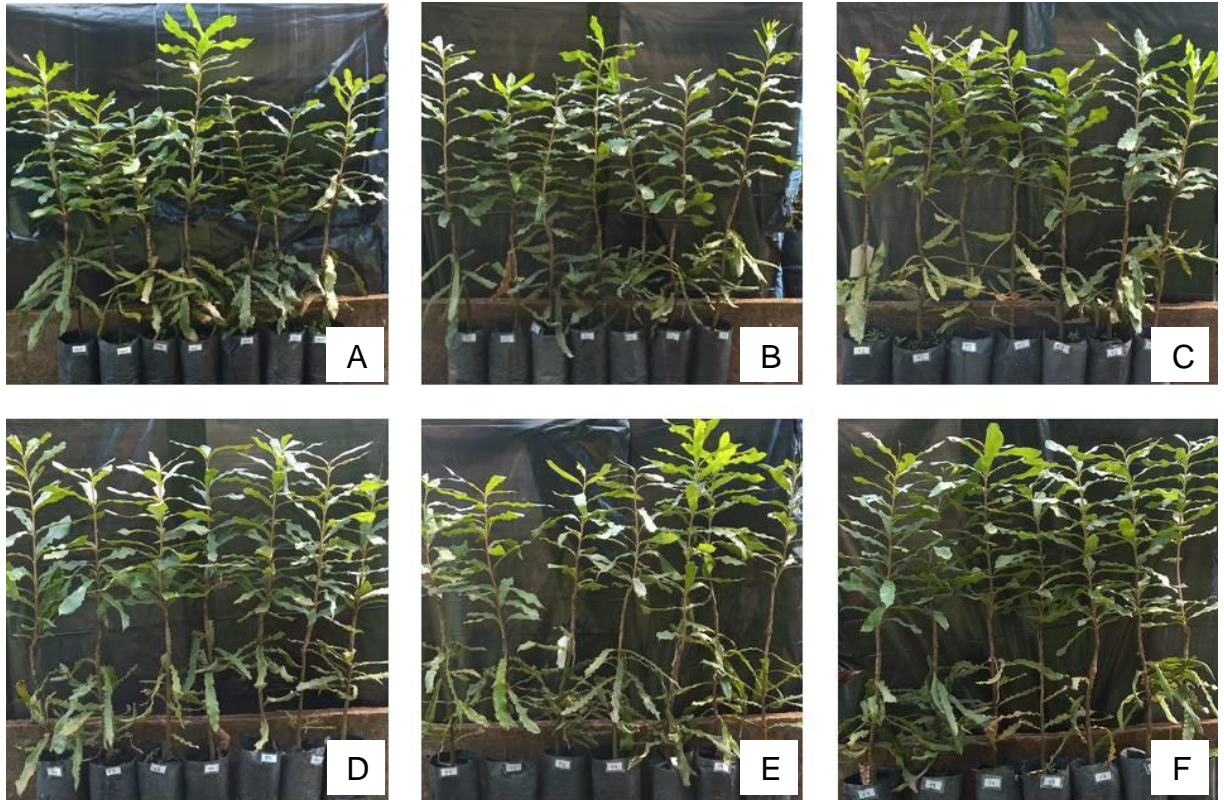


Figura 2. Sintomas nas mudas aos 63DAA do segundo experimento. (A) tratamento controle, (B) glufosinato, (C) haloxyfop, (D) indaziflam, (E) s-metolachlor, (F) glyphosate.

4 CONCLUSÕES

Com estes trabalho conclui-se que a noqueira-macadâmia demora pelo menos 21 dias para manifestar sintomas provocados pela intoxicação por indaziflam e 140 dias para sintomas causados por glyphosate.

Conclui-se também que os herbicidas haloxyfop, indaziflam e glyphosate podem causar diferenças significativas na altura das plantas.

Mais estudos precisam ser realizados à fim de entender o comportamento da espécie em relação à seletividade de herbicidas.

REFERÊNCIAS

- AMIN, R. T. et al. Controle de plantas daninhas pelo indaziflam em solos com diferentes características físico-químicas. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 791-800, 2014.
- BRUNHARO, C. A. D. C. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amonio-glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 163-177, 2014.
- CITADIN, I. Fruteiras de Carço. **ENCONTRO DE FRUTICULTURA DOS CAMPOS GERAIS 2**, 2009.
- DE LUCENA, C. C.; DE CARVALHO, J. E. B.; XAVIER, F. A. D. S. **Manejo de Coberturas Vegetais em Pomares de Citros nos Tabuleiros Costeiros**. 1. ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa, 2017.
- DE VILIERIS, E. A.; JOUBERT, P. H. **The Cultivation of Macadamia**. Nelspruit: ARC, 2003.
- DEFRANK, J.; NISHIMOTO, R. Weed Management. **Macadamia Nut IPM Protocol Supporting Documentation**, Havaí, p. 9-12, 2000.
- GUERRA, N. E. A. Aminocyclopyrachlor e indaziflam: seletividade, controle e comportamento no ambiente. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 3, p. 285-295, Dezembro 2013. ISSN 2236-1065.
- KARAM, D. et al. Características do herbicida S-metolachlor nas culturas de milho e sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica (Inoteca-E)**, 2003.
- KEELER, J. T.; FUKUNAGA, E. T. **The Economic and Horticultural Aspects of Growing Macadamia Nuts Commercially in Hawaii**. Havaí: Hawaii Agricultural Experiment Station, 1968.
- LORENZI, H. **Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas: plantio direto e convencional**. 7. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2014.
- MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. Herbicidas: mecanismos de ação e uso. **Embrapa Cerrados - Documentos (INFOTECA-E)**, 2008.
- MONCUR, M. W.; STEPHENSON, R. A.; TROCHOULAS, T. Macadamia flowering. **News Bulletin of Australian Macadamia Society**, v. 27, p. 53, 2000.
- O'CONNELL, P. J.; HARMS, C. T.; ALLEN, J. R. Metolachlor, S-metolachlor and their role within sustainable weed-management. **Crop Protection**, v. 17, n. 3, p. 207-212, 1998.
- O'HARE, P. et al. **Macadamia Grower's Handbook**. Nambour, QLD: National Library of Australia Cataloguing-in-Plublication, 2004.
- PETRY, H. B. et al. **Plantas de Cobertura e Adubação Verde para Citros**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2013.
- PIZA, P. L. B. D. T.; PIZA, I. M. D. T.; NETO, J. D. T. P. E. A. A Cultura. In: PIMENTEL, L.; BORÉM, A. **Macadâmia: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2019. Cap. 1, p. 9-19.

- REGATO, M.; GUERREIRO, I. A cultura da romãzeira no Alentejo. **Revista Voz do Campo**, n. 148, p. 6-8, 2012.
- SÃO JOSÉ, A. R. Exigências edafoclimáticas para a cultura da macadâmia. In: SÃO JOSÉ, A. R. **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista, BA: DFZ/UESB, 1991. p. 29-38.
- SCHNEIDER, L. M. et al. Zoneamento agroclimático de noqueira-macadâmi para o Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 515-524, 2012.
- SCRAMENTO, C. K.; PEREIRA, F. M. Fenologia da floração da noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) nas condições climáticas de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 19-22, 2003.
- SHIGEURA, G. T.; OOKA, H. **Macadamia nuts in Hawaii: history and production**. Havaí: College of Tropical Agriculture and Human Resources, 1984.
- SILVA, S. R.; CANTUARIAS AVILÉS, T. E. Macadâmia. In: DANADIO, L. C. **História da Fruticultura Paulista**. 1. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2010. p. 197-208.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.
- STEPHENSON, R. A.; CULL, B. W. Standard leaf nutrient levels for bearing macadamia trees in south east Queensland. **Scientia Horticulturae**, v. 30, p. 73-82, 1986.
- STOREY, W. B. Macadamia. In: HAVELY, A. H. **CRC handbook of flowering III**. Boca Raton: CRC Press, 1969.
- SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; PERDONÁ, M. J. Viveiro de Mudas. In: PIMENTEL, L.; BORÉM, A. **Macadamia: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2019. p. 36-53.
- TROCHOULIAS, T.; LAHAV, E. The effect of temperature on growth and dry matter production of macadamia. **Scientia Horticulturae**, v. 19, p. 167-176, 1983.