

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/02/2024.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE CALDAS,
CONTROLE DE GRAMÍNEAS E SELETIVIDADE DE
NICOSSULFUROM ISOLADO E EM MISTURA COM
GRAMINICIDAS PARA O MILHO**

**Karina Petri dos Santos
Engenheira Agrônoma**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE CALDAS,
CONTROLE DE GRAMÍNEAS E SELETIVIDADE DE
NICOSSULFUROM ISOLADO E EM MISTURA COM
GRAMINICIDAS PARA O MILHO**

Karina Petri dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

S237c

Santos, Karina Petri dos

Características físico-químicas de caldas, controle de gramíneas e seletividade de nicossulfurom isolado e em mistura com graminicidas para o milho / Karina Petri dos Santos. -- Jaboticabal, 2022
68 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Leonardo Bianco de Carvalho

1. Compatibilidade. 2. Digitaria insularis. 3. Eleusine indica. 4. Zea mays. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE CALDAS, CONTROLE DE GRAMÍNEAS E SELETIVIDADE DE NICOSSULFUROM ISOLADO E EM MISTURA COM GRAMINICIDAS PARA O MILHO

AUTORA: KARINA PETRI DOS SANTOS

ORIENTADOR: LEONARDO BIANCO DE CARVALHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LEONARDO BIANCO DE CARVALHO (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal

Prof. Dr. ARTHUR ARROBAS MARTINS BARROSO (Participação Virtual)
Universidade Federal do Paraná-UFPR / Curitiba/PR

Prof. Dr. LEANDRO GALON (Participação Virtual)
Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim - UFFS / Erechim/RS

Jaboticabal, 25 de fevereiro de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

KARINA PETRI DOS SANTOS – Agrônoma, filha de Rosemeire Aparecida Petri dos Santos e José Carlos dos Santos, nasceu em Colina, interior do Estado de São Paulo, no dia 27 de Maio de 1997. Coursou os Ensino Fundamental e Médio na Escola Técnica Agropecuária “São Francisco de Assis”. Em 2015, iniciou o curso de Agronomia no Centro Universidade da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB), foi bolsista por um ano do PIBIT UNIFEB com o projeto intitulado “Eficiência da aplicação eletrostática no controle de plantas aquáticas em casa de vegetação, foi bolsista por oito meses da Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão participando dos projetos intitulados “Desenvolvimento de Sistema de Avaliações Ambientais e da Corrosividade de Fontes de Cloro Utilizadas na Prevenção da Incrustação de Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) em Sistema de Refrigeração de Turbinas” e “Monitoramento do Resíduo do Herbicida Glifosato em água da Represa Cachoeira após utilização em área de restauração ecológica do estado de São Paulo – Regularização de Termos de Compromisso de Recuperação”. Estagiou por dois anos e oito meses no Laboratório de Ecotoxicologia e Eficácia de agrotóxicos de Barretos (LEEA). Fez estágio obrigatório no Laboratório de Matologia (LabMato) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/ FCAV), Campus de Jaboticabal. Em março de 2020, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia com ênfase na área de Produção Vegetal junto a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/ FCAV), Campus de Jaboticabal. Atualmente, integra o grupo de pesquisas do Laboratório de Matologia (LabMato) pertencente ao departamento de Fitossanidade da FCAV. Em Fevereiro de 2022, submete-se à banca examinadora para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

EPÍGRAFE

Não há caminho errado. O aprendizado e a experiência estão em todos os caminhos.

Zíbia Gasparetto

Aos meus pais José Carlos e Rosemeire.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus e a espiritualidade amiga, por me conduzirem pelos caminhos que me trouxeram até aqui.

Aos meus pais José Carlos dos Santos e Rosemeire Aparecida Petri dos Santos e ao meu querido irmão Jeferson Petri dos Santos pelo amor, incentivo incondicional aos estudos e pelo apoio nos momentos difíceis.

Ao meu companheiro Renan Marcos da Silva por todo amor, carinho e paciência em meus momentos de angústia e também pela ajuda nas avaliações dos experimentos.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal –FCAV/UNESP e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal pela oportunidade da realização do curso de Mestrado, por toda infraestrutura e recursos recebidos.

Ao Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho pela orientação, pelos ensinamentos e contribuição no meu crescimento profissional e pessoal.

Aos colegas do Laboratório de Matologia (LabMATO), Carlos, Inácio, Nagilla, Pâmela, Wilson e Yanna pela amizade e colaborações no desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de Pós graduação Decimara, Isabella Brunetti, Júlia, Thalia e Ricardo pelo apoio e amizade e em especial à Ana Beatriz, pelas conversas em momentos difíceis e por toda ajuda nos experimentos.

Às minhas queridas amigas Ana Verônica Lino e Andreisa Flores Braga que tanto contribuíram para meu desenvolvimento pessoal.

Aos membros da banca de qualificação Prof Dr. Igor Cruz Malaspina e a Dr. Mariluce Pascoina Nepomuceno por terem contribuído pela disponibilidade, pelas correções e sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB) por ter sido a base da minha formação profissional.

Ao Laboratório de Ecotoxicologia e Eficácia de Agrotóxicos (LEEAA), lugar que me apresentou ao universo científico e foi peça chave para que eu pudesse ingressar no mestrado.

Ao meu orientador de graduação Claudinei da Cruz e minha co-orientadora Nathalia Garlich pelo incentivo ao ingresso na pós graduação.

À Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) pela ajuda na condução dos experimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2. REVISÃO DE LITERATURA	3
1.2.1 A cultura do milho	3
1.2.2 Plantas Daninhas	4
1.2.2 .1 <i>Digitaria insularis</i>	4
1.2.2 .2 <i>Eleusine indica</i>	5
1.2.4 Herbicidas	6
1.2.4.1 Nicossulfurom	6
1.2.4.2 Cletodim	7
1.2.4.3 Haloxifope-p-metílico	7
1.2.5 Mistura em tanque e propriedades físico-química de caldas	8
1.3 Referências	10
CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS CALDAS DE NICOSSULFUROM COM ADIÇÃO DE GRAMINICIDAS	17
RESUMO	17
ABSTRACT	18
2.1 INTRODUÇÃO	19
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.2.1 Tratamentos	20
2.2.1 Estabilidade de calda, pH e condutividade elétrica	20
2.2.2 Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato	22
2.2.3 Análise de Dados	22
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
2.4 CONCLUSÃO	27
2.5 REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO 3 – MISTURA DE HERBICIDAS: CONTROLE DE GRAMÍNEAS E SELETIVIDADE PARA O MILHO	32
RESUMO	32
ABSTRACT	33

3.1 INTRODUÇÃO	34
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	35
3.2.1 Controle de plantas daninhas	36
3.2.2 Seletividade para milho	37
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.3.1 Controle de plantas daninhas	39
3.3.2 Seletividade ao milho	43
3.4 CONCLUSÃO	50
3.5 REFERÊNCIAS	51
CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS	54

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE CALDAS, CONTROLE DE GRAMÍNEAS E SELETIVIDADE DE NICOSSULFUROM ISOLADO E EM MISTURA COM GRAMINICIDAS PARA O MILHO

RESUMO - O controle químico de plantas daninhas usando-se as mesmas moléculas herbicidas ocasiona pressão de seleção, desencadeando a seleção de plantas resistentes. O uso de misturas de herbicidas de diferentes mecanismos de ação é uma importante alternativa para aumento da eficácia de controle. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de controle de gramíneas, a seletividade para milho e as características físico-químicas das caldas de nicossulfurom aplicado isolado e/ou em mistura com subdoses de cletodim e haloxifope-p-metílico. Para análise de calda foram realizados teste de estabilidade, pH, condutividade elétrica, tensão superficial e ângulo de contato. Avaliou-se a eficácia de controle de *Digitaria insularis* e *Eleusine indica* e a seletividade das misturas para a cultura do milho em condição de casa de vegetação. Os dados foram analisados pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Em todas as caldas ocorreu a formação de sedimento, que foi redisperso após agitação. O pH reduziu com o passar do tempo e a condutividade elétrica não variou entre os tratamentos. A tensão superficial e o ângulo de contato reduziram conforme o aumento da dose de graminicida na calda. As misturas de Nico₆₀+Cle_{43,2} , Nico₆₀+Cle_{64,8} proporcionaram respectivamente controles de 92 e 97% de *D. insularis* e as aplicações de Nico₆₀+Halo₆ e Nico₆₀+Halo₁₂ proporcionam respectivamente controles entre 90 e 95% de *E. indica*. Entretanto, o tratamento Nico₆₀+Halo₁₈ foi o que apresentou melhor controle de *D. insularis* (100%) e *E. indica* (98%). Os tratamentos Nico₆₀+Cle_{64,8} , Nico₆₀+Halo₁₂ e Nico₆₀+Halo₁₈ não foram seletivos para o híbrido de milho AG8088PRO2.

Palavras-chave: Compatibilidade *Digitaria insularis*, *Eleusine indica*, *Zea mays*

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF NICOSULFURON SPRAY WITH ADDITION OF GRAMINICIDES, GRASS CONTROL AND CORN SELECTIVITY

ABSTRACT - Chemical plant control of plants using as cited occasional herbicides selection of resistant plants, triggering the selection of resistant plants. The use of herbicide mixtures with different mechanisms of action is an important alternative to increase the control operation. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of grass control, the selectivity for maize and the physicochemical characteristics of nicosulfuron mixtures applied alone and/or in mixture with sub-doses of cletodim and haloxyfop-p-methyl. For grout analysis, stability, pH, electrical conductivity, surface tension and contact angle tests were performed. The effectiveness of controlling *Digitaria insularis* and *Eleusine indica* and the selectivity of the mixtures for corn under greenhouse conditions were evaluated. Data were analyzed by analysis of variance and means compared by Tukey's test. In all the sprays, the formation of sediment occurred, which was redispersed after stirring. The pH decreased over time and the electrical conductivity did not vary between treatments. The surface tension and the contact angle reduced with the increase of the graminicide dose in the spray. The mixtures of Nico₆₀+Cle_{43.2}, Nico₆₀+Cle_{64.8} provided respectively controls of 92 and 97% of *D. insularis* and the applications of Nico₆₀+Halo₆ and Nico₆₀+Halo₁₂ respectively provided controls between 90 and 95% of *E. indica*. However, the Nico₆₀+Halo₁₈ treatment showed the best control of *D. insularis* (100%) and *E. indica* (98%). The treatments Nico₆₀+Cle_{64.8}, Nico₆₀+Halo₁₂ and Nico₆₀+Halo₁₈ were not selective for the corn hybrid AG8088PRO2.

Keywords: Compatibility, *Digitaria insularis*, *Eleusine indica*, *Zea mays*

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos principais cereais produzidos no mundo e a segunda cultura de maior importância no Brasil. Alguns fatores podem afetar a produtividade do milho, dentre eles a ocorrência de plantas daninhas, que ocasionam competição por recursos como radiação solar, nutrientes, água, reduzem a produtividade na ordem de 53 a 72%, além de afetarem a qualidade dos grãos colhidos (Tursun et al., 2016; Salomão et al., 2020).

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas na cultura milho, o químico é um dos principais ou quase que ferramenta exclusiva utilizada, devido ao alto rendimento operacional, eficiência e menor custo ao ser comparado com outros métodos. A utilização do controle químico foi intensificada também pelo advento de cultivares com transformação genética (OGMs) que conferiu a resistência em culturas, assim possibilitou a melhora na eficácia de controle das plantas daninhas e o consequente aumento na utilização do glyphosate (Perotti et al., 2020) ou mesmo do amonio-glufosinate (Galon et al., 2020).

A expansão dos cultivos de culturas transgênicas e o uso excessivo de mesmas moléculas herbicidas, como exemplo o glifosato, estimularam a seleção de plantas daninhas resistentes, a um ou a dois ou mais mecanismos de ação (Perotti et al., 2020; Huang et al., 2021). Duas das principais plantas daninhas com casos de resistência a herbicida são o capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) e o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* (L.) Gaertn) (Heap, 2022).

Uma alternativa para controlar e evitar a disseminação de plantas resistentes é o uso de misturas em tanque com herbicidas de diferentes mecanismos de ação, como o nicosulfuron associado a graminicidas. Esse herbicida apresenta seletividade para a cultura do milho dependente de doses e do híbrido que é aplicado, com amplo espectro de controle. Ao se associar o nicosulfuron com subdoses dos herbicidas inibidores da ACCase como o cletodim e haloxifope-p-metílico (haloxifope) pode-se ter melhora na eficácia de controle de gramíneas e melhor seletividade ao milho.

No entanto, misturas de produtos em tanque de pulverização podem desencadear problemas de incompatibilidades física e química, formação de grânulos ou pastas, decantação e incrustações nas paredes, filtros, mangueiras e pontas do pulverizador, prejudicando até mesmo o correto funcionamento do equipamento (Grazziero, 2015).

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas de caldas, controle de gramíneas e seletividade do herbicida nicossulfurom isolado e em mistura com subdoses dos graminicidas cletodim e haloxifope para o híbrido de milho AG8088PRO2.

3.4 CONCLUSÃO

As misturas de Nico₆₀+Cle_{43,2} , Nico₆₀+Cle_{64,8} proporcionaram respectivamente controles de 92 e 97% de *D. insularis* e as aplicações de Nico₆₀+Halo₆ e Nico₆₀+Halo₁₂ proporcionam respectivamente controles entre 90 e 95% de *E. indica*. Entretanto, o tratamento Nico₆₀+Halo₁₈ foi o que apresentou melhor controle de *D. insularis* (100%) e *E. indica* (98%). Os tratamentos Nico₆₀+Cle_{64,8} , Nico₆₀+Halo₁₂ e Nico₆₀+Halo₁₈ não foram seletivos para o híbrido de milho AG8088PRO2.

3.5 REFERÊNCIAS

BARBOSA JC; MALDONADO JW (2015) **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP 396.

Barroso ALL, Dan HA, Procópio S, Toledo REB, Sandaniel CR, Braz GBP, Cruvinel KL (2010) Efficacy of ACCase-inhibiting herbicides in controlling grass weeds in soybean crops. **Planta Daninha** 28: 149-157.

Basso FJM, Galon L, Forte CT, Agazzi LR, Nonemacher F, Perin GF, Fiabani RC, Winter FL (2018) Weed management in RR[®] maize with herbicides applied isolated or associated with glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 17: 148-157.

Carvalho FT, Moretti TB, Souza PA (2010) Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas** 9:35-41.

Carvalho SJP S, Uzuele EL, Soares DJ, Ovejero RFL, Christoffoleti PJ (2019) Controle de milho voluntário resistente ao glyphosate com herbicidas inibidores da ACCase. **Revista Caatinga** 3: 575-580.

Correia NM, Acra LT, Balieiro G (2015) Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate-resistant population1. **Planta daninha** 33:93-101.

Dan HA, de Lemos Barroso AL, Braz GBP, de Moraes Dan LG, Ferreira Filho WC, Menezes CCE, Azambuja US (2010) Seletividade do nicosulfuron e da mistura com atrazine na cultura do milho. **Agrarian** 3:243-252.

de Carvalho SJP, de Oliveira VG, Vilela MEP, Mendes AC (2021). Efficacy and interaction of dicamba-haloxyfop tank mixtures. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 20:001-009.

Eppo C (1997) European and mediterranean plant protection organization. **Bulletin OEPP/EPPO Bulletin** 27:643-644.

Fahad S, et al. (2014) Consequences of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloa colona* and *Trianthema portulacastrum* emergence for weed growth and crop yield loss in maize. **Weed Research** 54:475-483.

Galon L, De David FA, Forte CT, Júnior FW, Radunz AL, Kujawinski R, Radunz LL, Castoldi CT, Perin GF, Mossi AJ (2018) Chemical management of weeds in corn hybrids. **Weed biology and management** 18:26-40a.

Galon L, Bagnara MAM, Gabiatti RL, Reichert Júnior FW, Basso FJM, Nonemacher F, Agazzi LR, Radunz LL, Forte CT (2018) Interference periods of weeds infesting maize crop. **Journal of Agricultural Science** 10:197-205b.

Giraldeli AL, Silva GSD, Silva AFM, Ghirardello GA, Marco LRD, Victoria R (2019) Efficacy and selectivity of alternative herbicides to glyphosate on maize. **Revista Ceres** 66:279-286.

Huang Z, Lu Z, Huang H, Li W, Cao Y, Wei S (2021) Target site mutations and cytochrome P450s-involved metabolism confer resistance to nicosulfuron in green foxtail (*Setaria viridis*). **Pesticide Biochemistry and Physiology** 179:104956.

Oliveira MC, Lencina A, Ulguim AR, Werle R (2021) Assessment of crop and weed management strategies prior to introduction of auxin-resistant crops in Brazil. **Weed Technology** 35:155-165.

Perotti VE, Larran AS, Palmieri VE, Martinatto AK, Permingeat HR (2020) Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, molecular biology knowledge and new technologies. **Plant Science** 290:110255.

Melo TS, Makino, PA, Ceccon G (2019) Weed diversity in corn with different plant arrangement patterns grown alone and intercropped with palisade grass. **Planta daninha** 37.

Mendes RR, Franchini LHM, Lucio FR, Zobiolo LHS, Oliveira RS (2020) Aryloxyphenoxypropionates tolerant and non-tolerant corn: plant-back interval after acetyl-coA-carboxylase inhibitors applications. **Planta Daninha** 38.

Salomão PEA, Ferro AMS, Ruas WF (2020) Herbicidas no Brasil: um breve revisão. **Research, Society and Development** 9:e32921990-e32921990.

Velini ED, Osipe R, Gazziero DLP (1995) **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD.

Spader V, Vidal RA (2001) Seletividade e dose de injúria econômica de nicossulfuro aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do milho. **Ciência Rural** 31: 929-934.

Timossi PC (2009) Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. **Planta Daninha** 27:175-179.

Tursun N, Datta A, Sakinmaz MS, Kantarci Z, Knezevic SZ, Chauhan BS (2016) The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. **Crop Protection** 90:59-65.