



12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

**EFEITO DO IMAZETAPIR SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO
INICIAL DE TREVO VERMELHO
EFFECT OF IMAZETHAPYR ON THE GERMINATION AND INITIAL
GROWTH OF RED CLOVER**

Natália Silveira Corrêa¹; Cristina Ferreira Larré²; Caroline Leivas Moraes³ Fernanda Reolon Tonel⁴; Gustavo Martins da Silva⁵; Dario Munt de Moraes⁶

¹Bióloga, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), CAPES, (nataliasilcor@gmail.com);

²Bióloga, Doutora em Fisiologia Vegetal, UFPEL (cristina_larre@yahoo.com.br);

³Bióloga, Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPEL (caroline.moraes@gmail.com);

⁴Bióloga, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da UFPEL, CAPES, (fernandareolon@yahoo.com.br);

⁵Agrônomo, Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, Embrapa Pecuária Sul, Vila Industrial, BR 153 - Km 633, Caixa Postal 242, CEP 96401-970, Bagé/RS/Brasil, (gustavo.silva@embrapa.br);

⁶Professor Associado da UFPEL, moraesdm@ufpel.edu.br

RESUMO

O Imazetapir é um herbicida que pertence ao grupo químico das imidazolinonas, atua como inibidor da enzima acetolactato sintetase, afetando a produção de aminoácidos de cadeia ramificada, provocando uma distorção do metabolismo ao interromper a síntese proteica e o crescimento celular. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) submetidas a diferentes concentrações de Imazetapir. Sementes de trevo vermelho, provenientes da Embrapa Pecuária Sul, foram semeadas em substrato previamente umedecido com solução de Imazetapir nas concentrações de 0; 0,5; 1,0 e 1,5 vezes a dose recomendada pelo fabricante, divididas em quatro subamostras de 50 sementes, totalizando 200 sementes por repetição. Para a determinação da viabilidade e vigor das sementes os seguintes testes foram realizados: teste de germinação; primeira contagem da germinação; índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e raiz, bem como a massa seca total das plântulas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro. Os resultados obtidos diferiram significativamente nas variáveis índice de velocidade de germinação e comprimento de raiz. O índice de velocidade de germinação foi incrementado pela aplicação do imazetapir em todas as concentrações. No entanto, o comprimento da raiz foi reduzido na presença do herbicida, quando comparado ao controle. Portanto pode-se, concluir que o aumento nas concentrações de imazetapir, apesar de não comprometer a viabilidade do trevo vermelho, interfere negativamente sobre o comprimento de raiz, e possivelmente prejudicando seu desenvolvimento e conseqüentemente o futuro estabelecimento da cultura a campo.

Palavras-chave: imidazolinona, qualidade fisiológica, *Trifolium pratense* L.

ABSTRACT

Imazethapyr is a herbicide belonging to the chemical imidazolinone, to take action as inhibitor of acetolactate synthase enzyme, affecting the production of branched-chain amino acids, causing a distortion of metabolism by interrupting protein synthesis and cell growth. The aim of this study was to evaluate the viability and vigor of seeds of red clover (*Trifolium pratense* L.) exposed to different concentrations of Imazethapyr. Seeds of red clover, from Embrapa Pecuária Sul, were sown previously in moistened substrate with Imazethapyr solution at concentrations of 0; 0,5; 1,0 and 1,5 times the dose recommended by the manufacturer, divided into four



12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

subsamples of 50 seeds, totaling 200 seeds by replication. To determine the viability and vigor of the seed following tests: germination test; first germination count; germination speed index, length of shoot and root, and dry mass of seedlings. The experimental design was completely randomized with four replicates and the averages compared by Tukey test at 5% probability. The results differ significantly in variables germination speed index and root length. The germination speed index was increased by the application of imazethapyr at all concentrations. However, the root length was reduced in the presence of the herbicide, when compared to the control. Therefore, one can conclude that the increase in the concentrations of imazethapyr despite not compromise the viability of red clover interferes negatively with root length, and possibly harming their development and consequently the future establishment of the crop field.

Keywords: imidazolinone, physiological quality, *Trifolium pratense* L.

INTRODUÇÃO

Plantas forrageiras são aquelas consumidas por animais herbívoros, em geral ruminantes, estas plantas podem abranger variada gama de gêneros e espécies, desde herbáceas até arbustivas (DO VALLE et al., 2009).

Na Região Sul do Brasil grande parte das sementes forrageiras produzidas e comercializadas são de espécies de clima temperado, constituindo uma cadeia produtiva que, embora seja de grande importância e esteja estreitamente conectada às cadeias da carne e do leite, encontra-se atualmente muito desorganizada, onde até mesmo os lotes de sementes que se encontram no mercado são, em geral, de baixa qualidade e não atendem aos padrões mínimos estabelecidos em lei (STROSCHEIN et al., 2011). Algumas espécies vêm sendo cultivadas no Rio Grande do Sul dentre elas, o trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), uma forrageira leguminosa, muito utilizada como pastejo, adubação verde e fenação. Esta forrageira é considerada bienal ou perene de curta duração ou ainda anual em caso de verões secos. Seu crescimento é ereto com raiz pivotante e profunda, apresentando folhas trifolioladas elípticas ou oblongas, com estípulas e pilosidade ausente e com inflorescência formada em capítulos terminais, ovóides, de cor vermelha ou violeta (FONTANELI, et al., 2009).

Apesar das qualidades e vantagens das forrageiras de inverno, o cultivo do trevo vermelho, apresenta dificuldade no seu estabelecimento e baixa persistência em sistemas de produção, devido a deficiências de fósforo e de potássio (FONTANELI et al., 2009).

Desta forma é necessário estudar medidas de manejo e controle que possam contribuir para viabilizar a produção de sementes nessas áreas, onde o potencial em termos de recursos humanos (experiência na atividade) e clima favorável é muito grande para espécies como o trevo vermelho.



12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

Existem diversas formas de manejo, porém uma das mais comuns é o uso de herbicidas, os quais vêm sendo utilizados pelos agricultores de forma indiscriminada para o controle de plantas daninhas, entre eles os pré-emergentes.

O imazetapir, [(RS)-5-ethyl-2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl) nicotinic acid], é um herbicida que pertence ao grupo químico das imidazolinonas, é um pré-emergente e/ou pós-emergente. Ele é usado para controlar gramíneas anuais e perenes e ervas daninhas de folhas largas em grãos de soja e outras leguminosas, atua como inibidor da enzima acetolactato sintetase (ALS) ou acetohidróxidoácido sintase (AHAS), a morte das plantas resulta de eventos que ocorrem em função da inibição da ALS, inibindo a produção de aminoácidos de cadeia ramificada. Alguns estudos a respeito do potencial de toxicidade das imidazolinonas demonstram que estas moléculas têm baixo potencial toxicológico, em parte porque elas agem inibindo um processo biossintético num sítio presente apenas nas plantas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011; PACHECO; BRUZZONE, 2012).

Considerando o contexto e a importância desse estudo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade e o vigor de sementes trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) submetidas a diferentes doses de imazetapir.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia de Sementes do Departamento de Botânica e em casa de vegetação da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), juntamente com a Embrapa Pecuária Sul (CPPSUL) localizada no município de Bagé/RS. Sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), provenientes de áreas de produção da Embrapa CPPSUL, foram submetidas a diferentes doses do herbicida pré-emergente de composição imazetapir. A dose do ingrediente ativo recomendada pelo fabricante é 1L/ha⁻¹. Neste estudo foram utilizadas concentrações de Imazetapir referentes a zero; 0,5; 1,0 e 1,5 vezes a dose recomendada pelo fabricante, as quais foram adicionadas no substrato para germinação e após foi feita a semeadura.

Para a avaliação da qualidade fisiológica destas sementes foram desenvolvidos os seguintes testes:

Teste de germinação (G%) - conduzido 50 sementes por sub amostra, 200 sementes por repetição, as quais foram semeadas em papel especial para germinação, previamente



12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

umedecidos com as soluções de Imazetapir e em água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato e mantidas em germinador a 20°C, por 10 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG) - foi realizada juntamente com o teste de germinação e a primeira contagem foi executada ao quarto dia após a aplicação do teste, conforme as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e os resultados demonstrados em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) – determinado simultaneamente com o teste de germinação, mediante a contagem diária do número de plântulas normais identificadas, a partir da protrusão da radícula até que o número de plântulas germinadas permanecesse estável, o cálculo do índice de velocidade de germinação foi efetuado de acordo com Maguire (MAGUIRE, 1962);

Comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas – Foi realizado juntamente com o teste de germinação e a medição foi realizada, com o auxílio de régua milimetrada, em 40 plântulas por repetição no décimo dia após a semeadura (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em mm plântula⁻¹.

Massa seca total – Foi realizada ao final do teste de germinação nas mesmas plantas utilizadas para avaliar os parâmetros de crescimento. A determinação da massa seca das plântulas foi obtida gravimetricamente, após secagem do material vegetal em estufa a 70±1°C até obtenção de massa constante e os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições e os dados relativos às variáveis mensuradas foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey (5%) pelo software WINSTAT (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de germinação (Figura 1A) e a primeira contagem de germinação (Figura 1B) das sementes de trevo vermelho não foram influenciadas pela exposição às



12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

diferentes concentrações de imazetapir (zero; 0,5; 1,0 e 1,5 vezes a dose recomendada pelo fabricante).

No entanto, no índice de velocidade de germinação (Figura 1C), foi observada diferença significativa entre o controle e as concentrações 0,5 e 1,0 nas quais apresentaram melhor desempenho de germinação comparando com o controle, indicando que apesar do composto químico Imazetapir influenciar no índice de velocidade de germinação, não afeta o resultado final da germinação, as quais em todas as doses obtiveram um desempenho semelhante.

No bioensaio realizado com variedades de arroz resistente e suscetível a imidazolinonas a germinação de sementes também não foi uma variável adequada para discriminar a resistência, pois a porcentagem de germinação se manteve estável entre as concentrações de zero a 10 mM, (ROSO et al., 2010), corroborando com os resultados obtidos nesse trabalho.

O comprimento da parte aérea (Figura 2A) não apresentou diferença significativa entre o controle e as demais doses de Imazetapir, já o comprimento das raízes (Figura 2B) se diferenciou do controle em todas as doses de Imazetapir testadas, apresentando redução significativa. Da mesma forma, em sementes de arroz, utilizando as doses de zero a 100 mM do Imazetapir (ROSO et al., 2010) e a associação de Imazethapyr + Imazapic, ambos do grupo químico imidazolinona, foi observado reduções no crescimento da cultura (KRAEMER et al., 2009).

Vários estudos em outras espécies mostraram que os herbicidas do grupo das imidazolinona danificam o crescimento da raiz em primeiro lugar e depois leva a sintomas fitotóxicos como clorose nas folhas e redução do crescimento da planta (ZHOU et al., 2009). No bioensaio realizado com girassol, as linhagens resistentes foram afetadas somente com as concentrações mais altas do herbicida, já nos genótipos intermediários houve redução no desenvolvimento das raízes laterais quando utilizadas doses de 1,25 a 10 μ M de imazetapir (BRECCIA et al., 2011).

O efeito de herbicidas em tecidos meristemáticos, que possuem intensa atividade metabólica, estimula a fitointoxicação da planta pelo herbicida (OLIVEIRA Jr. et al., 2011).

O efeito fitotóxico do imazetapir (imidazolinona) é causado pela deficiência dos aminoácidos, valina, leucina e isoleucina, provocando a diminuição na síntese de proteínas e



12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

de DNA, afetando assim a divisão celular e a translocação de fotossintatos aos pontos de crescimento da planta (KRAEMER et al., 2009).

Os resultados de alguns estudos sobre o potencial toxicológico das imidazolinonas demonstram que estas moléculas tem um baixo potencial toxico, em parte porque elas agem inibindo um processo biossintético num sítio presente apenas nas plantas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

Nos resultados obtidos da mensuração da massa seca total (Figura 2C) não foi observada diferença significativa entre as doses trabalhadas. Em plantas de azevém, onde utilizaram a mistura formulada de Imazetapir + Imazapic nas doses de zero a 800 mL ha⁻¹, combinados com três níveis do fator umidade do solo (0, -10 e -100 kPa), houve aumento na toxicidade e na taxa de redução da massa da matéria seca das plantas com o aumento nas doses do herbicida (AVILA et al., 2010). Segundo PINTO e colaboradores (2009) o acúmulo de biomassa da parte aérea decresce de acordo com o aumento das doses associadas de imazethapyr e imazapic. Além do efeito direto na planta, os mesmos autores observaram a atividade residual no solo visto que os resíduos de 100 g ha⁻¹ destes herbicidas reduziram a matéria seca da parte aérea do azevém em até 31,58%.

Da mesma forma, em milho a massa seca da parte aérea (FINOTO et al., 2011) assim como a biomassa das raízes (ZHOU et al., 2009) foram reduzidas com os tratamentos utilizando a aplicação de herbicida do grupo químico das imidazolinonas, quando comparados à testemunha.

O modo de ação das imidazolinonas, em plantas susceptíveis, é através da inibição da enzima ALS, esta enzima atua na síntese de três aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina), ocorrendo a paralisação do crescimento e desenvolvimento de clorose internerval e, ou arroxamento foliar, em folhas largas, o meristema apical necrosa e morre antes das demais partes da planta, inibição do crescimento de raízes laterais quando o resíduo do produto está presente no solo (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

Assim, a partir dos resultados obtidos pode-se inferir que, as doses de Imazetapir utilizadas não foram capazes de produzir efeitos fitotóxicos em plantas de trevo vermelho, visto que não foi observado nenhum efeito deletério no processo germinativo e apenas o comprimento das raízes foi reduzido pela aplicação do herbicida.

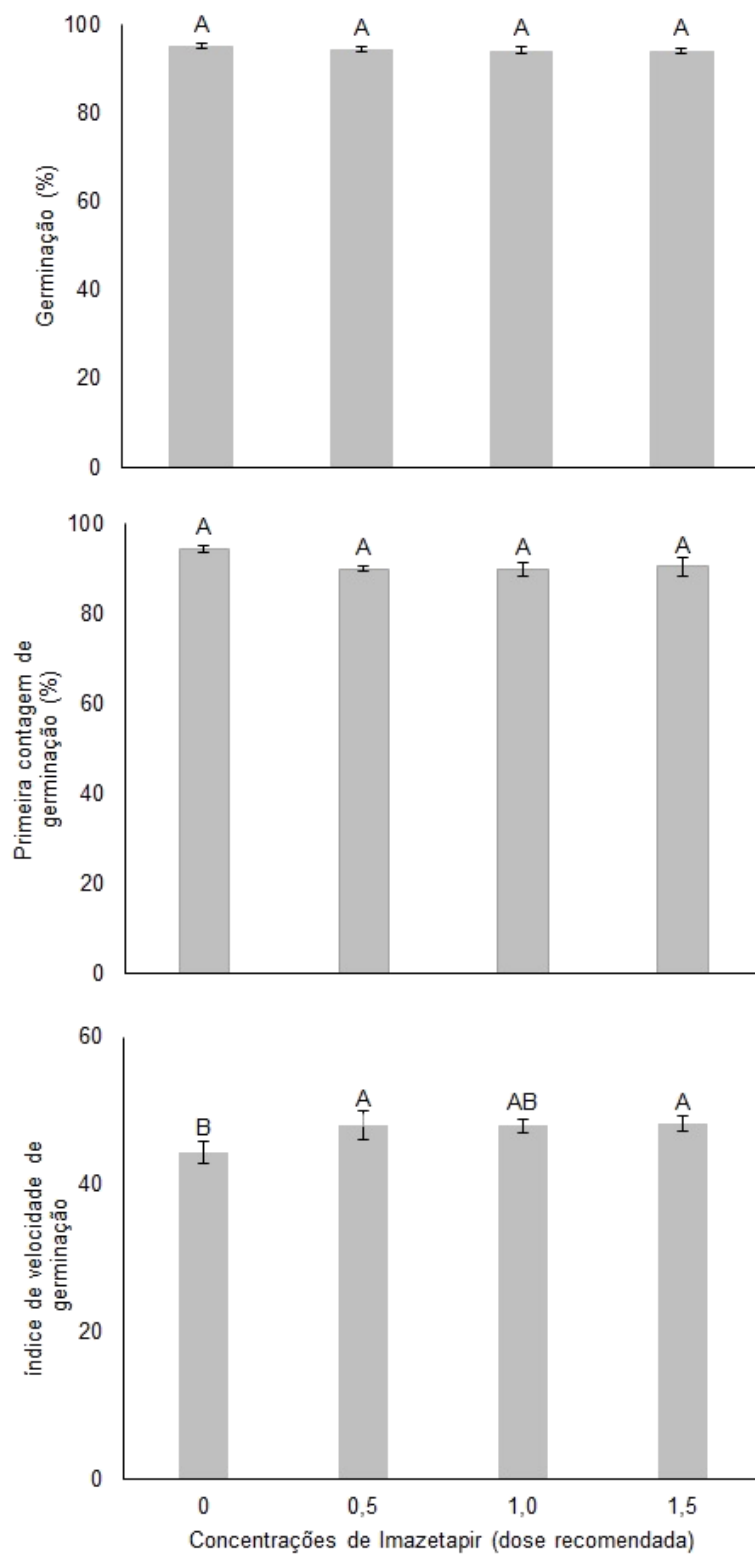
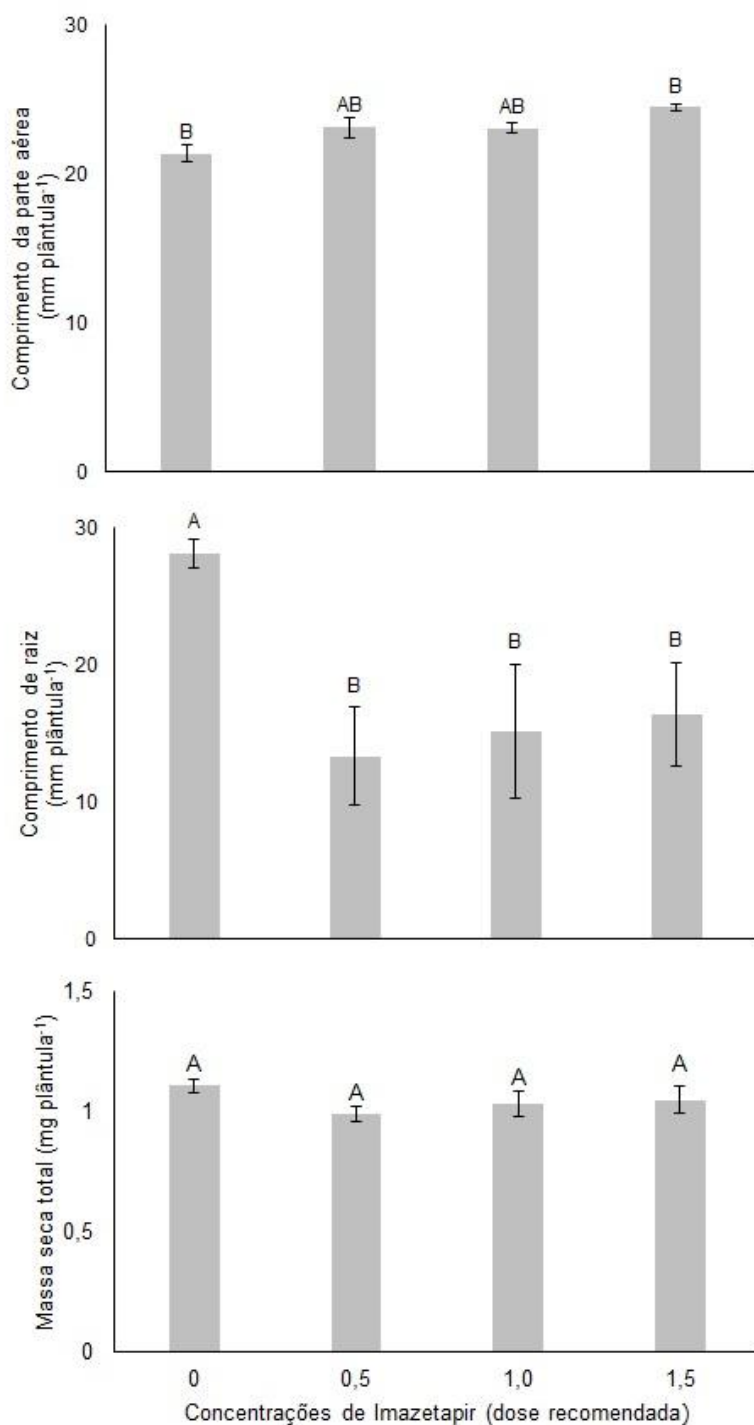


Figura 1 – Porcentagem de germinação (A), primeira contagem de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C) de sementes de trevo vermelho submetidas a aplicação de Imazetapir nas concentrações de 0; 0,5; 1,0 e 1,5 vezes a dose recomendada. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Barras representam o erro padrão da média de três repetições.





12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

Figura 2 – Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B), massa seca total (C) de sementes de trevo vermelho submetidas a aplicação de Imazetapir nas concentrações de 0; 0,5; 1,0 e 1,5 vezes a dose recomendada. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Barras representam o erro padrão da média de três repetições.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento nas concentrações de imazetapir não compromete a viabilidade do trevo vermelho, acelerando o processo germinativo inicial. Porém, interfere negativamente sobre o comprimento de raiz prejudicando seu desenvolvimento e, conseqüentemente, o futuro estabelecimento da cultura a campo.

REFERÊNCIAS

AVILA, L.A.; MARCHEZAN, M.; FRANÇOIS, T. Toxicidade da mistura formulada de Imazethapyr e Imazapic sobre o azevém em função do teor de umidade do solo. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 1041-1046, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de defesa agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. p. 395.

BRECCIA, G.; VEGA, T.; NESTARES, G. Rapid test for detection of imidazolinone resistance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Plant Breeding**. v.130, p.109-113, 2011.

DO VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.

FINOTO, E.L.; SOARES, M.B.B.; MICHELOTTO, M.D. et al. Efeito residual do herbicida imazapic sobre a germinação e o desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 135, 2011.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária na região sul-brasileira. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 340.

KRAEMER, A.F.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. et al. Persistência dos Herbicidas Imazethapyr e Imazapic em Solo de Várzea sob Diferentes Sistemas de Manejo. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, MG: SBCPD, v.27, n.3, p. 581-588, 2009.

KRAEMER, A.F.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. et al. Destino ambiental dos herbicidas do grupo das imidazolinonas – Revisão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 629-639, 2009.



12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - ISSN 1982-2960

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **Sistema para análise estatística para Windows.** WinStat. Versão 2.0. Pelotas: UFPel. 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas.** In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p. 2.1-2.24, 1999.

OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. INOUE, M.H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Omnipax, 2011. Disponível em: http://issuu.com/agda/docs/bmpd-livro_sobre_plantas_daninhas. (Acesso em: 30/08/2014).

PACHECO M.E.; BRUZZONE L. Interactions between imazethapyr and bovine serum albumin: Spectrofluorimetric study. **Journal of Luminescence** v.132, n.10, p. 2730–2735, 2012.

PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; ROSENTHAL, M.D. Atividade residual de (imazethapyr+imazapic) sobre azevém anual (*Lolium multiflorum*), semeado em sucessão ao arroz irrigado, sistema clearfield®. **Planta daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, 2009.

ROSO, A.C.; MEROTTO, A.; DELATORRE, C.A. Bioensaios para diagnóstico da resistência aos herbicidas imidazolinonas em arroz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 411-419, 2010.

STROSCHEIN, M.R.D.; WALLAU M.O.; SÁ, E.L.S. et al. Seleção a campo de rizóbios nativos para cornichão. **Ciência Rural**. v.41, n.10, p. 1769-1772, 2011.

ZHOU, Q.; XU C.; ZHANG Y. et al. Enantioselectivity in the Phytotoxicity of Herbicide Imazethapyr. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v.57, p. 1624-1631. 2009.