

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CAPIM-CAPIVARA: TRATAMENTOS PRÉ-
GERMINATIVOS, SUPERÇÃO DA DORMÊNCIA DE
SEMENTES E SENSIBILIDADE A HERBICIDAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Keli Souza da Silva

**Santa Maria, RS, Brasil
2011**

**CAPIM-CAPIVARA: TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS,
SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES E
SENSIBILIDADE A HERBICIDAS**

Keli Souza da Silva

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientador: Sérgio Luiz de Oliveira Machado

**Santa Maria, RS, Brasil
2011**

S586c Silva, Keli Souza da
Capim-capivara : tratamentos pré-germinativos, superação da dormência de sementes e sensibilidade a herbicidas / por Keli Souza da Silva. – 2011. 72 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Sérgio Luiz de Oliveira Machado

Coorientador: Enio Marchesan

Coorientador: Luis Antonio de Avila

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2011

1. Agronomia 2. Hymenachne amplexicaulis 3. Arroz irrigado
4. Sementes 5. Herbicidas I. Machado, Sérgio Luiz de Oliveira
II. Marchesan, Enio III. Avila, Luis Antonio de IV. Título.

CDU 633.2

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB
Biblioteca Central UFSM

© 2010

Todos os direitos autorais reservados a Keli Souza da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Evaldo Loose, n. 131, Bairro Centro, Formigueiro, RS, 97210-000

Fone (0xx)55 99189188; End. Eletr: keli_agro@yahoo.com.br

**Universidade Federal De Santa Maria
Centro De Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**CAPIM-CAPIVARA: TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS,
SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES E SENSIBILIDADE A
HERBICIDAS**

elaborada por
KELI SOUZA DA SILVA

Como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Sérgio Luiz de Oliveira Machado
(Presidente/Orientador)

Prof. Ph.D. Nilson Lemos de Menezes (UFSM)

Prof. Ph.D. Luis Antonio de Avila (UFPel)
(Co-orientador)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011.

DEDICATÓRIA

“Ao meu grande amigo, eterno namorado-noivo, meu marido

Lauri”

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha jornada.

A Universidade Federal de Santa Maria, na pessoa de seus professores e funcionários, por possibilitarem as atividades de ensino e pesquisa, que tanto me auxiliaram a crescer pessoal e profissionalmente.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo auxílio financeiro.

Ao professor Sérgio Luiz de Oliveira Machado, pela oportunidade, orientações, respeito, amizade e confiança em meu trabalho.

Ao professor Nilson Lemos de Menezes, pelas gentis colaborações e sugestões para a execução deste trabalho.

Aos professores Luis Antonio de Avila e Enio Marchesan pela disponibilidade, ensinamentos e amizade.

Aos estagiários do Setor de Herbologia, Marcos Vinícius Palma Alves e Leonardo José Kurtz Urban, pela amizade e confiança, pela ajuda constante e competente, pelas centenas de minúsculas sementes descascadas, partidas e cortadas, pelas noites interrompidas ou passadas no laboratório, em fim, por tudo.

Ao meu marido Lauri, pelo amor, apoio, amizade, incentivo, e disponibilidade constante.

Aos meus pais, por todos os ensinamentos que me fizeram uma pessoa melhor.

Aos amigos que fiz ao seguir este caminho.

E por fim, a todas as pessoas que de alguma forma, tiveram sua participação neste trabalho.

RESUMO GERAL

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria - RS, Brasil

CAPIM CAPIVARA: TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS, SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES E SENSIBILIDADE A HERBICIDAS

Autora: Keli Souza da Silva
Orientador: Sérgio Luiz de Oliveira Machado
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011.

O capim-capivara é uma gramínea nativa de áreas tropicais das Américas Central e do Sul, que vegeta lugares úmidos e pantanosos, suportando inundações por períodos intermitentes. Suas formas de propagação, por fragmentos de rizomas, enraizamento de nós caulinares basais e a elevada produção de sementes, facilitam o aumento da população e a dispersão dessa planta daninha por novas áreas. No Brasil, além de pastagem natural, nas regiões da Amazônia e Pantanal, tem sido relatada como invasora da cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Em vista disso, este trabalho teve por objetivos, avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de suas sementes (Capítulo I), determinar a viabilidade de suas sementes, através da adaptação da metodologia do teste de tetrazólio (Capítulo II) e por fim, determinar o controle e redução de biomassa, causado por diferentes doses de herbicidas seletivos e de controle total, em plantas jovens e perenizadas (Capítulo III). A exposição das sementes ao nitrato de potássio a 0,2%, a embebição em água por 48 horas e a remoção das glumas promoveram a superação da dormência e aceleraram o processo de germinação. As sementes analisadas apresentaram elevada viabilidade (89%), e o período de seis horas de hidratação das sementes sem glumas, com posterior corte longitudinal dos embriões e imersão em solução de tetrazólio a 0,5% por quatro horas, na temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$, mostrou-se adequado para a espécie. Quanto ao controle químico, plantas jovens, mostraram maior sensibilidade a menores doses dos herbicidas cialofop-butílico e glufosinato de amônio, entretanto, nas doses testadas, somente o glifosato e a mistura formulada de imazapique e imazapir causaram a morte das plantas. Em plantas perenizadas, o controle e a redução da biomassa, causados por ambos os herbicidas foram insatisfatórios.

Palavras-chave: *Hymenachne amplexicaulis*, Arroz Irrigado, Sementes, Herbicidas

GENERAL ABSTRACT

M. S. Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria - RS, Brasil

INDIA WEST MARSH GRASS: PRÉ-GERMINATIVE TRATAMENTS, OVERCOMING DORMANCY OF SEEDS AND SENSITIVITY HERBICIDES

Author: Keli Souza da Silva
Advisor: Sérgio Luiz de Oliveira Machado
Date and Location of Defense: Santa Maria, February 25, 2011.

The West Indian Marsh Grass is a native grass to tropical areas of Central and South America, which grows in wetlands, supporting intermittent periods of flooding. Their forms of propagation by fragments of rhizomes, rooting of lower nodes of stem and the high seed production facilitates population growth and dispersal of the weed to new areas. In Brazil, beyond natural pasture in the Amazonia and Pantanal regions, has been reported as invasive flooded rice in Rio Grande do Sul. So, this study aimed to evaluate the efficiency of pre-germinative treatments on overcoming dormancy of seeds (Chapter I), determine the viability of their seeds, by adapting the methodology of the tetrazolium test (Chapter II) and finally determine the control and reduction of biomass, caused by different doses of selective herbicides and total control in young and perennial plants (Chapter III). Seed exposure to potassium nitrate 0.2%, immersion in water for 48 hours and removal of the glumes, promoted the overcoming dormancy and accelerated the germination process. The seeds analyzed had high viability (89%), and six hours of hydration of seeds without glumes, with subsequent longitudinal slitting of the embryos and immersed in tetrazolium solution at 0.5% for four hours at a temperature of 23 ± 1 ° C, was appropriate for the species. As to chemical control, young plants, showed greater sensitivity to lower doses of herbicides cyhalofop-butyl and ammonium glufosinate, however, in the doses tested, only the glyphosate and the formulated mixture de Imazapic and imazapir caused the death plants. In perennial plants, control and reduction of biomass, caused by both herbicides were unsatisfactory.

Keywords: *Hymenachne amplexicaulis*, Flooded Rice, Seeds, Herbicides

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e peso de 100 sementes de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> de acordo com o tempo de armazenamento e promotores de germinação. Santa Maria, RS, 2010..... | 19 |
| Tabela 2 – Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> , expostas a diferentes períodos de embebição em água destilada. Santa Maria, RS. 2010..... | 21 |
| Tabela 3 – Germinação, em porcentagem, e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> de acordo com a presença ou ausência das glumas e o promotor de germinação utilizado. Santa Maria-RS, 2010..... | 22 |
| Tabela 4 – Percentual de viabilidade das sementes de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> , determinado pelo teste de germinação e tetrazólio. Santa Maria-RS, 2010..... | 36 |
| Tabela 5 – Tratamentos utilizados nos experimentos I e II, para o controle de plantas jovens e perenizadas de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> . Santa Maria-RS..... | 45 |
| Tabela 6 – Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas jovens de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> às doses dos herbicidas cialofope-butílico (180 g i.a. L ⁻¹), imazapique (175 g e.a. kg ⁻¹) + imazapir (525 g e.a. kg ⁻¹), glifosato (480 g e.a. L ⁻¹) e glufosinato de amônio (200 g i.a. L ⁻¹). Santa Maria-RS, 2010. | 49 |
| Tabela 7 – Doses de cialofope butílico, imazapique + imazapir, glifosato e glufosinato de amônio necessárias para os respectivos controles, calculadas por meio do modelo logístico ajustado para os dados das curvas de dose-resposta de plantas jovens de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> . Santa Maria-RS, 2010..... | 50 |
| Tabela 8 – Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas cultivadas de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> às doses dos herbicidas imazapique (175 g e.a. kg ⁻¹) + imazapir (525 g e.a. kg ⁻¹) e glifosato (480 g e.a. L ⁻¹). Santa Maria-RS, 2010..... | 52 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Germinação acumulada de sementes de *Hymenachne amplexicaulis* com e sem glumas. Santa Maria-RS, 2010. Pontos representam valores médios e barras o desvio padrão das médias ($P \leq 0,05$).23
- Figura 2 – Sementes de *Hymenachne amplexicaulis* (aumento de 100 vezes) consideradas viáveis (a e b) e inviáveis (c e d), segundo teste de tetrazólio. Santa Maria-RS, 2010.....35
- Figura 3 – Percentual de controle (a) e redução da biomassa seca (b) de plantas jovens de *Hymenachne amplexicaulis*, aos 21 DAT, por diferentes doses dos herbicidas glifosato (480 g e.a. L⁻¹), glufosinato de amônio (200 g i.a. L⁻¹), cialofope-butílico (180 g i.a. L⁻¹) e da mistura formulada de imazapique (175 g i.a. kg⁻¹) e imazapir (525 g i.a. kg⁻¹). Santa Maria-RS, 2010. Barras de erro correspondem ao intervalo de confiança em 95% de probabilidade de erro da dose que causa 50% de controle (C_{50}) e de redução da biomassa seca (BS_{50}).47
- Figura 4 – Percentual de controle (a) e redução da biomassa (b) de plantas perenizadas de *Hymenachne amplexicaulis* por diferentes doses dos herbicidas imazapique (175 g e.a. kg⁻¹) + imazapir (525 g e.a. kg⁻¹) e glifosato (480 g e.a. L⁻¹).....51

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A - Detalhe da aurícula amplexicaule e espaços internervais mais claros, em folhas de *Hymenachne amplexicaulis*. Formigueiro-RS, 2010.
Fonte: Keli Souza da Silva.69
- Apêndice B - Detalhe da cariopse, sem as glumas, de *Hymenachne amplexicaulis*. Santa Maria-RS, 2010. Fonte: Keli Souza da Silva69

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO GERAL | 10 |
| CAPÍTULO I - TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>Hymenachne amplexicaulis</i>..... | 13 |
| Resumo | 13 |
| Abstract..... | 14 |
| Introdução..... | 14 |
| Material e Métodos | 16 |
| Resultados e Discussão | 18 |
| Conclusões | 24 |
| Referências | 25 |
| CAPÍTULO II - ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA SEMENTES DE <i>Hymenachne amplexicaulis</i>..... | 30 |
| Resumo | 30 |
| Abstract..... | 31 |
| Introdução..... | 31 |
| Material e Métodos | 33 |
| Resultados e Discussão | 35 |
| Conclusões | 38 |
| Referências | 38 |
| CAPÍTULO III - SENSIBILIDADE DO CAPIM-CAPIVARA A HERBICIDAS..... | 41 |
| Resumo | 41 |
| Abstract..... | 41 |
| Introdução..... | 42 |
| Material e Métodos | 44 |
| Resultados e Discussão | 47 |
| Conclusões | 53 |
| Referências | 53 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 57 |
| REFERÊNCIAS GERAIS | 59 |
| APÊNDICES | 68 |

INTRODUÇÃO GERAL

A planta *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees é pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoideae e tribo Paniceae. É conhecida por vários nomes comuns, dentre eles capim-capivara e grama-de-açude (ANDRES; MACHADO, 2004) no sul do Brasil, e como canarana e rabo-de-rato (DIAS-FILHO, 2005; COSTA, 2005) na região norte do país. Internacionalmente, os nomes mais citados para identificá-la são West Indian marsh grass, nos Estados Unidos, olive hymenachne na Austrália, e azuche nos países latino americanos. Apesar de tantos nomes, as características botânicas, como formato da aurícula e da inflorescência, facilmente identificam a espécie, em condições de campo.

Os colmos cilíndricos, com um metro ou mais de comprimento, são rastejantes com extremidades ascendentes, principalmente no estágio reprodutivo, ou quando em ambientes inundados. Nesse caso, flutuam sobre a água. Suas folhas, verdes-oliva, possuem espaços internervais mais claros, caracterizando tênues listras longitudinais (

Apêndice **A**), as bainhas são glabras, a lígula é membranosa e a aurícula é amplexicaulis. O tamanho das folhas é condicionado pelo ambiente, entretanto, medem aproximadamente 35 cm de comprimento e quatro centímetros de largura. As panículas têm posição terminal, chegando a 40 cm de comprimento, com espiguetas curtas e compactas. As cariopses medem aproximadamente três milímetros de comprimento (

Apêndice **B**), podendo uma panícula, conter mais de 4 mil sementes (CHARLESTON, 2006).

Essa espécie é nativa das Américas Central e do Sul, entretanto, está dispersa, como pastagem cultivada ou planta daninha, por todo o território entre os trópicos, em regiões tropicais de ambos os hemisférios (HOWARD, 1979). Nos Estados Unidos, estudos botânicos datados de 1968 já relatavam sua presença no sul da Florida (WARD, 1968), sendo considerada a principal planta daninha em áreas agrícolas no Suriname, comum na Indonésia e freqüente em Trinidad (HOLM et al., 1979). Na Austrália, Haiti, México e Venezuela foi introduzida como forrageira, mostrando grande aptidão para essa finalidade (WILDEN; CHAPMAN, 1987; WILDEN, 1988; WILDEN; ORAM, 1989; CSURHES; EDWARDS, 1998; QUERO-

CARRILLO et al., 2005), contudo, tornou-se uma invasora documentada como “perigosa” em várias regiões do mundo (CSURHES et al. 1999; OVERHOLT, 2001).

No Brasil, assim como na República Dominicana (CABRERA, 2007), foi citada como infestante da cultura do arroz irrigado (ANDRES; MACHADO, 2004; AMILIBIA et al. 2007), onde o ambiente exigido para a elevada produtividade da cultura, com inundação constante e alta fertilidade, favorece seu estabelecimento, crescimento e dispersão, e devido ao vigoroso acúmulo de reservas e rápido rebrotamento, vários autores têm relatado dificuldades em seu controle (HILL, 1996; CSURHES; EDWARDS, 1998; CHARLESTON, 2006). É possível que a maior freqüência dessa espécie na cultura esteja relacionada com o controle de outras plantas daninhas mais competitivas, como o capim-arroz e o arroz-vermelho, visto que *H. amplexicaulis* possui hábitos excludentes.

Sua reprodução ocorre vegetativamente por fragmentos de rizomas, enraizamento de nós caulinares basais e também por sementes, sendo as plantas adaptadas a níveis variáveis de água, ou seja, vegetam desde ambientes úmidos e pantanosos até áreas alagadas, suportando períodos intermitentes de inundação. Esses ciclos de inundação e seca permitem a manutenção da população a partir das sementes, e também garantem a persistência depois de prolongados períodos de escassês hídrica (WILDIN, 1988). Segundo Koschorreck; Darwich (2003), *H. amplexicaulis* cresce bem em condições limitantes de oxigênio, predominante nas áreas alagadas.

Informações sobre a viabilidade, mecanismos e superação da dormência e aspectos germinativos das sementes de capim-capivara são restritas, assim como, sobre as alternativas de controle dessa planta em culturas anuais. No Brasil, a literatura existente se refere a espécie, principalmente como forrageira, em várzeas úmidas (DIAS-FILHO, 2005; SILVA; MAURO, 2002), ou invasora de reservatórios de água (MARTINS et al., 2003). Os trabalhos referentes ao seu controle na cultura do arroz irrigado são escassos, restritos a herbicidas seletivos para a cultura e contraditórios quanto a eficiência das doses utilizadas.

Assim, devido as características botânicas e biológicas de *H. amplexicaulis*, é possível que, além da ocorrência de alta viabilidade das sementes, os mecanismos que regulam a dormência das mesmas sejam superados por fatores presentes nos ambientes preferidos pela espécie, como a exposição das sementes à água. Quanto ao seu controle na cultura do arroz irrigado, é possível que a idade das plantas, o

que também acaba por determinar a quantidade de reservas, interfira na eficiência de controle por herbicidas e suas respectivas doses.

Este trabalho teve por objetivos, a fim de atender as hipóteses sugeridas, determinar a eficiência de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência das sementes, estabelecer a metodologia adequada para a identificação da viabilidade, usando o teste de tetrazólio e além desses, avaliar a sensibilidade de plantas jovens e perenizadas a herbicidas.

CAPÍTULO I

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Hymenachne amplexicaulis*

PRÉ-GERMINATIVE TREATMENTS AND OVERCOMING DORMANCY IN *Hymenachne amplexicaulis* SEEDS

Resumo

Este trabalho teve por objetivo determinar a eficiência de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes de *Hymenachne amplexicaulis*. Avaliou-se a eficiência do ácido giberélico (0,05%) e nitrato de potássio (0,2%) em dois lotes de sementes, armazenados por 6 e 18 meses. Os períodos de hidratação em água, de 0 (testemunha), 3, 6, 9, 12, 24, 36 e 48 horas, em temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e a remoção das glumas, foram avaliados no lote com seis meses de armazenamento. Ocorreu maior germinação das sementes quando expostas ao KNO_3 , enquanto que AG_3 , não promoveu a germinação. As sementes armazenadas por 18 meses apresentaram menor germinação em todos os tratamentos, indicando redução da viabilidade, e a hidratação das sementes bem como a remoção das glumas promoveram aumento do percentual e do índice de velocidade de germinação.

Palavras-chave: capim-capivara, germinação, nitrato de potássio, remoção das glumas, hidratação

Abstract

This study aimed to determine the efficiency of pre-germinative treatments for overcoming dormancy of *Hymenachne amplexicaulis* seeds. Was evaluated the efficiency of gibberellic acid (0.05%) and potassium nitrate (0.2%) in two lots of seeds stored for 6 and 18 months. The periods of hydration in water of 0 (control), 3, 6, 9, 12, 24, 36 and 48 hours at a temperature of 23 ± 1 °C and removal of the glumes, were evaluated in the lot with six months of storage. Seed germination was higher when exposed to KNO_3 , while GA_3 did not promote germination. The seeds stored for 18 months had lower germination in all treatments, indicating a reduction of viability, and seed hydration and removal of the glumes caused an increase in percentage and germination speed index.

Key words: West Indian marsh grass, germination, nitrate potassium, glumes removal, hydration.

Introdução

Nativo das Américas Central e do Sul, o *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, é uma gramínea que vegeta ambientes com períodos de inundações intermitentes (CSURHES; EDWARDS, 1998; ENRIQUEZ-QUIROZ et al., 2006), ocorrendo em regiões pantanosas, cursos de água e áreas temporariamente alagadas (HILL, 1996), sendo considerada planta daninha em áreas cultivadas, pastagens naturais e reservatórios de água. Sua ocorrência, assim como o aumento da sua população em lavouras de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, foi relatada por Capitano et al. (2003), Menezes e Ramirez (2003), Andres e Machado (2004) e Amilibia et al. (2007).

O eficiente metabolismo do nitrogênio, promovendo o crescimento vigoroso de novas folhas e perfilhos (ANTEN et al., 1998), aliado a boa produção de sementes e estolões (JIMÉNES; ESCOBAR, 1977; MEDINA; MOTTA, 1990) e o grande acúmulo de reservas em seus rizomas explicam o aumento significativo da

população dessa planta em áreas úmidas das Américas Central e do Sul, Estados Unidos, México, Austrália e alguns países do continente Africano. Em Queensland e Northern Territory na Austrália, onde foi introduzida como forrageira, a proliferação desta planta está associada a graves prejuízos ecológicos e econômicos, com custos substanciais relacionados ao seu controle (LAND & WATER AUSTRALIA, 2008).

Apesar de também propagar-se vegetativamente por fragmentos de estolões e rizomas, são as sementes as responsáveis pela grande dispersão dessa planta, pois suas panículas, com 20 a 40 cm de comprimento, podem produzir mais de quatro mil cariopses com elevada viabilidade, mantendo-se viáveis mesmo após 16 meses de armazenamento em ambiente com temperaturas entre 20 e 30°C (CHARLESTON, 2006). Ensaio de longevidade e germinação em profundidade (0,2 a 10 cm) reportam, após quatro anos, germinação de sementes entre 20 e 65%, dependendo da profundidade (AGRICULTURE..., 2000) e as sementes, por meio de mecanismos de dormência, podem sobreviver nos corpos d'água e germinar quando o nível diminuir (CHARLESTON, 2006).

No caso de *H. amplexicaulis* e de muitas outras espécies, a dormência das sementes é uma importante estratégia natural de defesa (MARCOS FILHO, 2005), sobrevivência e perpetuação em ambientes com condições de estresse (MCIVOR; HOWDEN, 2000). Para Bewley e Black (1994) é um fenômeno intrínseco da semente, podendo se manifestar na forma de dormência imposta pelo tegumento, dormência embrionária e dormência devido ao desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação, fazendo com que sementes viáveis não germinem mesmo quando os fatores externos necessários ao processo de germinação, como a disponibilidade de luz, água e oxigênio sejam adequados (EIRA et al., 1993).

Assim, a dormência se manifesta como um fator que dificulta a realização de pesquisas sobre estratégias de manejo e controle de plantas daninhas (RODRIGUES; PITELLI, 1994). Sendo o conhecimento dos seus mecanismos e métodos de superação, de grande relevância para o entendimento das formas preferenciais de propagação, alimentação e fluxo de germinação do banco de sementes do solo e sua relação com as condições ambientais. O estudo das características germinativas de *Hymenachne amplexicaulis* pode constituir importante ferramenta para a proposição de métodos racionais de manejo,

reduzindo os problemas por ela causados. Em vista disso, este trabalho teve por objetivo determinar a eficiência de tratamentos pré-germinativos na superação de dormência de suas sementes, avaliando o efeito de promotores de germinação, períodos de armazenamento e hidratação das sementes, assim como a remoção das glumas, no percentual de germinação.

Material e Métodos

As sementes utilizadas no experimento foram colhidas em fevereiro de 2009 e 2010, caracterizando dois lotes (09 e 10), em infestações estabelecidas naturalmente em áreas adjacentes a lavouras de arroz irrigado localizadas no município de Formigueiro, Rio Grande do Sul (RS). As panículas, escolhidas aleatoriamente por meio do método de caminhamento através de transectos imaginários, foram cortadas manualmente e agitadas dentro de sacos de papel, a fim de uniformizar o estágio de coleta, no início do degrane natural das cariopses. As sementes coletadas, aproximadamente 500 g em cada época, foram secas à sombra pelo período de um mês, e posteriormente armazenadas em sacos de papel pardo, em temperatura e umidade ambientes, com condições semelhantes para ambos os lotes, até o início dos testes, em agosto de 2010.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes, do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria. Para os testes de germinação, as sementes foram semeadas sobre quatro folhas de papel filtro, em caixas de acrílico do tipo gerbox, umedecidas com os tratamentos na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel (BRASIL, 2009) e colocadas em germinador, com temperatura alternada entre 20 e 30°C e fotoperíodo de 8 horas de luz. O papel foi reumedecido com água destilada sempre que necessário. Para todos os testes, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes. Contagens de sementes germinadas foram efetuadas a cada 24 horas após a instalação dos testes, sendo encerradas com a germinação máxima de uma das repetições. Foi considerada germinada, a semente que originou plântula com radícula igual ou superior a dois milímetros de comprimento (REHMAN et al., 1996).

Avaliou-se o percentual e o índice de velocidade de germinação (IVG) e em alguns casos, o percentual acumulado de germinação. Para o cálculo do IVG, foi utilizada a fórmula proposta por Maguire (1962), na qual $(N_1/1+N_2/2+N_3/3+\dots+N_n/n)$, onde N_1 , N_2 , N_3 e N_n correspondem às porcentagens de sementes germinadas no primeiro, segundo, terceiro e enésimo dia após a instalação do teste. Os resultados, expressos em porcentagem, foram testados quanto às pressuposições do modelo, quando necessário, transformados utilizando-se a expressão $\arcsen\sqrt{x/100}$, e submetidos a análise da variância e as médias separadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A metodologia adotada em cada ensaio é descrita a seguir.

Tempo de armazenamento e superação da dormência das sementes

Os tratamentos foram compostos pela combinação dos lotes de sementes com tempo de armazenamento diferente (seis e 18 meses) e os promotores de germinação, ácido giberélico a 0,05%, nitrato de potássio a 0,2% e água destilada, como testemunha. Para fins de comparação, foram pesadas quatro subamostras de 100 sementes de cada lote. Avaliou-se a porcentagem de germinação e o IVG.

Tempo de embebição em água e a germinação das sementes

As sementes de *H. amplexicaulis* foram embebidas em água destilada pelo período de 3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas, em temperatura ambiente de $23 \pm 1^\circ\text{C}$. No tratamento testemunha não houve embebição das sementes. Posteriormente, as sementes foram postas para germinar. Avaliou-se a porcentagem de germinação e o IVG.

Remoção das glumas

Os tratamentos foram compostos pela combinação de lotes de sementes nuas e sementes protegidas pelos seus envoltórios (glumas) e pelo promotor de germinação nitrato de potássio (0,2%) e água destilada (testemunha). Foram avaliados a porcentagem, o índice de velocidade de germinação e a germinação acumulada.

Resultados e Discussão

Os lotes de sementes de *Hymenachne amplexicaulis*, com seis e 18 meses de armazenamento, apresentaram comportamento germinativo distintos para os promotores de germinação utilizados. Quando utilizado nas sementes armazenadas por seis meses, o nitrato de potássio (KNO_3) promoveu maior germinação que ácido giberélico (AG_3) e a testemunha, entretanto, quando usado para superar a dormência das sementes armazenadas pelo período de 18 meses, o resultado não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 1).

O maior percentual de germinação promovido pelo KNO_3 , no lote com seis meses de armazenamento, pode ser explicado pela eficiência desse tratamento em superar a dormência das sementes, aliado a elevada viabilidade das mesmas, enquanto que o armazenamento por 18 meses pode ter reduzido a viabilidade das sementes, justificando a baixa germinação em todos os tratamentos. Além disso, nesse lote, foi constatada a ocorrência de patógenos nas sementes, fato verificado durante as avaliações, pela presença de crescimento fúngico.

O maior IVG das sementes armazenadas por seis meses e expostas ao KNO_3 ratifica a eficiência desse tratamento na superação da dormência, em relação aos demais, promovendo dessa forma, uma antecipação da germinação. Este mesmo comportamento foi observado por Andrade et al. (1997); Sampaio et al. (2001), para sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides*), indicando a existência de uma relação direta entre os dois processos. Devido à baixa viabilidade das sementes armazenadas por 18 meses, os demais testes foram conduzidos apenas com o lote 10.

Tabela 1 - Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e peso de 100 sementes de *Hymenachne amplexicaulis* de acordo com o tempo de armazenamento e promotores de germinação. Santa Maria, RS, 2010.

| Tratamentos | | Germinação (%) | IVG | Peso de 100 sementes (g) | | |
|------------------------|------------------------|----------------|-----|--------------------------|---|---------------------|
| Tempo de armazenamento | Promotor de germinação | | | | | |
| seis meses | KNO ₃ | 95 | a* | 15,97 | a | |
| | AG ₃ | 17 | b | 2,95 | b | 0,042 ^{ns} |
| | Testemunha | 21 | b | 3,26 | b | |
| 18 meses | KNO ₃ | 29 | b | 4,64 | b | |
| | AG ₃ | 21 | b | 3,19 | b | 0,039 |
| | Testemunha | 29 | b | 4,03 | b | |
| CV (%) | | 13,35 | | 19,11 | | 9,88 |

* Médias seguidas por distintas letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ^{ns} não significativo.

A utilização de AG₃ como promotor de germinação é recomendada quando a superação da dormência envolve modificações hormonais no embrião (DIAS, 2005). Neste caso, o baixo percentual de germinação e IVG promovidos pelos tratamentos com ácido giberélico, similar ou até mesmo inferior aos tratamentos testemunha, indicam, possivelmente, não ser esta a causa da dormência das sementes de *H. amplexicaulis*. Quanto ao peso de 100 sementes, os lotes não diferiram significativamente.

A eficiência do nitrato de potássio como promotor de germinação está concentrada em sua ação no amolecimento do pericarpo, facilitando as trocas gasosas (LULA et al., 2000), dessa forma, é recomendado para sementes que possuem tegumento impermeável a gases (FRANKE; NABINGER, 1996) ou a presença de substâncias químicas que alteram o balanço de gases no embrião, estando geralmente relacionado ao aumento na germinação, sobretudo para as espécies que possuem sementes sensíveis à luz.

Ao avaliar a germinação de *H. amplexicaulis* em diferentes regimes de temperatura e fotoperíodo, Campbel et al. (2009) concluíram que a exposição das sementes à luz, combinada com KNO₃ a 0,2%, aumentou significativamente o

percentual de germinação, de 1% quando em temperatura constante (25°C), para 87% quando expostas à temperaturas alternadas (20-30°C). De acordo com Roberts et al. (1987), o nitrato de potássio pode superar mais eficientemente a dormência em temperaturas alternadas e na presença de luz, do que em temperaturas constantes e no escuro. Ao avaliar a germinação de seis acessos de *Paspalum notatum*, Franke e Nabinger (1996) confirmaram a eficiência do KNO₃ como superador de dormência, uma vez que houve um aumento de 66 para 100% na taxa de germinação.

Aos serem embebidas em água por diferentes períodos de tempo, em temperatura ambiente de 23 ± 1°C, as sementes de *H. amplexicaulis* tiveram seu percentual de germinação aumentado em relação à testemunha, sem embebição (Tabela 2). Quando hidratadas por 48 horas, as sementes apresentaram elevado percentual de germinação, diferindo significativamente de todos os demais tratamentos. Os períodos de 3, 6, 9, 12, 24 e 36 horas de hidratação tiveram seus percentuais aumentados, entretanto apresentaram similares resultados entre si. Durante o processo germinativo, a água tem função estimuladora e controladora, que além de promover o amolecimento do tegumento, favorecendo a penetração do oxigênio e aumentar o volume do embrião e dos tecidos de reserva, estimula as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 1986).

Em sementes de *H. amplexicaulis*, é provável que a água de hidratação seja responsável pela diluição ou remoção das substâncias químicas promotoras de sua dormência. O tempo de hidratação é condicionado por fatores intrínsecos às sementes como espécie, área de contato, tamanho e formato dos poros, composição química, permeabilidade do tegumento, quantidade de cera na epiderme, e ainda, por fatores ambientais, como a disponibilidade de água e temperatura (CALERO et al., 1981; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; BECKERT; SILVA, 2002), e o nível de hidratação das sementes, embora interligado a fatores como temperatura e luz, é o segundo fator mais importante na indução e superação da dormência (VIVIAN et al., 2008).

Assim, a maior germinação das sementes no tratamento de 48 horas de hidratação pode ser justificada pela absorção da água necessária para dar início ao processo germinativo e/ou pela superação da dormência, sendo os menores períodos, insuficientes para desencadear tais processos. Este fato também é demonstrado pelo IVG, que para o tratamento com 48 horas de hidratação, foi 40

vezes superior à testemunha, onde não houve embebição das sementes antes da implantação do teste. Exemplo semelhante ocorre em sementes de *Onopordum acanthium*, que possuem altas concentrações de inibidores solúveis, sendo já dispersas em estado dormente e para germinarem, suas sementes necessitam ser lavadas para reduzir a concentração dos inibidores (PEREZ GARCIA, 1993; CAVERS et al., 1998).

Tabela 2 - Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Hymenachne amplexicaulis*, expostas a diferentes períodos de embebição em água destilada. Santa Maria, RS. 2010.

| Tempo de embebição | Germinação --- % --- | | IVG | |
|--------------------|-------------------------|----|-------|----|
| 48 horas | 88 | a* | 13,93 | a |
| 36 horas | 69 | b | 10,27 | ab |
| 24 horas | 63 | b | 8,96 | bc |
| 12 horas | 50 | b | 6,78 | c |
| 9 horas | 67 | b | 9,67 | bc |
| 6 horas | 47 | b | 6,73 | c |
| 3 horas | 50 | b | 6,78 | c |
| Sem embebição | 2 | c | 0,35 | d |
| CV(%) | 13,52 | | 8,16 | |

* Médias seguidas por distintas letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A remoção das glumas das sementes de *H. amplexicaulis* aumentou significativamente os percentuais de germinação (Tabela 3). Em gramíneas, frequentemente, a dormência é causada por substâncias fixadoras de nitrogênio presentes no pericarpo, os compostos fenólicos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Esses compostos inibidores, substâncias de distintas naturezas químicas, podem estar localizados em diferentes estruturas da semente, interferindo no processo germinativo, dentre os quais, os fenóis, presentes nos envoltórios de diversas sementes (EDWARDS, 1973), podem controlar a impermeabilidade ao oxigênio, ocorrente em tegumentos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Tabela 3 - Germinação, em percentagem, e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Hymenachne amplexicaulis* de acordo com a presença ou ausência das glumas e o promotor de germinação utilizado. Santa Maria-RS, 2010.

| Semente | Germinação | | | | IVG | | | |
|------------|------------------|------------------|------|----|------------------|-----------------|-------|----|
| | KNO ₃ | | Água | | KNO ₃ | | Água | |
| Sem glumas | 89 | ^{ns} A* | 91 | A | 28,95 | ^{ns} A | 28,05 | A |
| Com glumas | 59 | aB | 0 | bB | 13,15 | aB | 0,00 | bB |
| CV(%) | 11,57 | | | | 7,08 | | | |

* Médias seguidas por distintas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ^{ns} não significativo.

Para as variáveis analisadas, houve interação significativa entre os fatores semente protegida pelos seus envoltórios e os promotores de germinação KNO₃ e água. Quando as glumas foram removidas, o percentual de germinação das sementes foi similar para ambos os promotores, entretanto, na presença dos envoltórios, o KNO₃ promoveu maior número de sementes germinadas, corroborando com os resultados anteriores. Ao estudar sementes de gramíneas tropicais, Martins e Silva (1998) relataram que tratamentos promotores da desestruturação física do pericarpo, eliminando a sua impermeabilidade, são agentes de superação da dormência.

Segundo Jark Filho (1976), a remoção manual das glumas e glumelas permite avaliar o potencial germinativo das sementes, independentemente do seu grau de dormência. Em sementes de *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*, Eira (1983) encontrou 78% de germinação para as sementes nuas e em *Brachiaria decumbens*, a remoção de glumas e glumelas favoreceu a germinação das sementes, sendo que no sexto dia, as mesmas atingiram 95% de germinação (CARNEIRO; MARQUES, 1985). Em sementes de *H. amplexicaulis* também houve uma antecipação da germinação nos tratamentos com sementes sem glumas, atingindo até 91% de germinação no quinto dia após a sementeira (Figura 1).

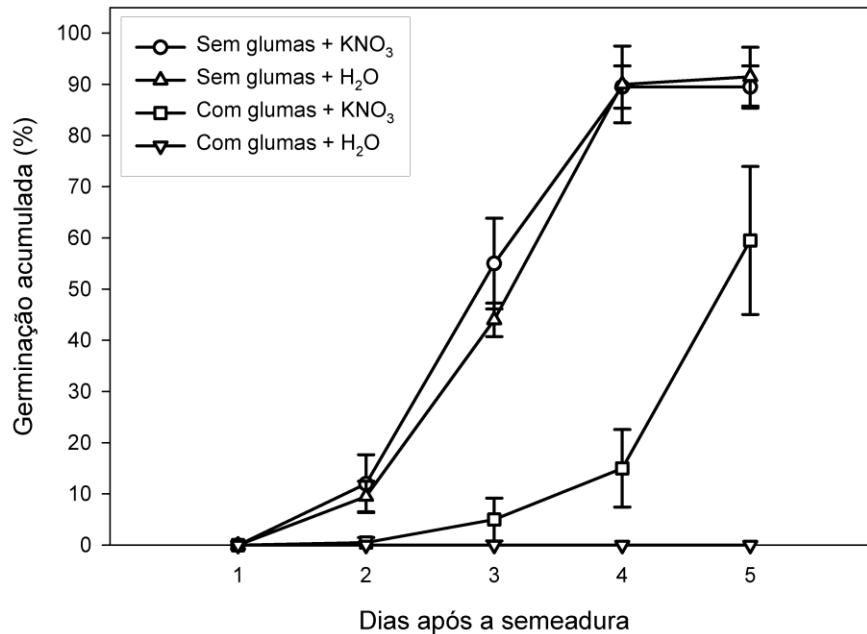


Figura 1 - Germinação acumulada de sementes de *Hymenachne amplexicaulis* com e sem glumas. Santa Maria-RS, 2010. Pontos representam valores médios e barras o desvio padrão das médias ($P \leq 0,05$).

A remoção das glumas das sementes acelerou o processo germinativo, indiferentemente se expostas a KNO_3 ou água, enquanto que o tratamento com sementes protegidas e expostas ao nitrato de potássio apresentou germinação mais lenta. Conforme os resultados apresentados anteriormente, o KNO_3 promove a germinação das sementes de *H. amplexicaulis*, entretanto, picos de germinação ocorrem entre o sétimo e oitavo dias após a sementeira e o encerramento do teste no quinto dia, quando repetições das sementes nuas apresentaram germinação máxima pode justificar o menor percentual desse tratamento.

A maior germinação das sementes, encontrada para os tratamentos com remoção das glumas pode estar associada à superação da dormência, promovida por compostos presentes nas estruturas que foram removidas, fato comprovado pelos resultados de germinação das sementes nuas em água. Em sementes de espécies florestais, a inibição da germinação promovida pelos fenóis é variável de acordo com sua localização nas sementes (MACIEL et al. 1992). Para comprovar a inibição promovida por fenóis, Lodhi (1982) testou o efeito de uma mistura equimolar

de ácidos fenólicos sobre sementes de *Kochia scoparia*, encontrando supressão da germinação.

A possibilidade dos mecanismos que regulam a dormência de algumas gramíneas estarem associados a substâncias presentes nos envoltórios da cariopse também foi observada em sementes de *Brachiaria decumbens* (JARK FILHO, 1976), *Paspalum notatum*, *Poa compressa* (DELOUCHE, 1960), *Brachiaria ruziziensis* (RENARD; CAPELLE, 1976) e *Andropogon gayanus* (EIRA, 1983). Autores como Vivian et al. (2008) corroboram com essa hipótese, atribuindo a dormência química presente em sementes de plantas daninhas à inibidores presentes no lado externo das sementes, podendo ser desativada pela remoção de tais estruturas.

Diversas hipóteses explicam o efeito inibitório dos compostos fenólicos na germinação de sementes. Um delas diz que a quantidade de auxina na semente pode ser regulada pelos fenóis via sistema AIA-oxidase, assim, os fenóis atuariam como cofatores desse sistema acelerando a descarboxilação (WILLEMSEN; RICE, 1972). Por sua vez, Taylorson e Hendricks (1977); Bewley e Black (1994) afirmam que os compostos fenólicos presentes no envoltório da semente retêm o oxigênio, o que poderia limitar o suprimento deste para o embrião durante a germinação, acarretando dormência.

Conclusões

A germinação de *H. amplexicaulis* é aumentada com a exposição a nitrato de potássio a 0,2%, enquanto que AG₃, na concentração de 0,05%, não promove a germinação das suas sementes.

O armazenamento, em condições de temperatura e umidade ambiente, pelo período de 18 meses, pode reduzir a viabilidade das sementes.

A hidratação das sementes em temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ promove aumento do percentual e do índice de velocidade de germinação, com maiores valores promovidos pelo período de 48 horas.

A remoção das glumas promove a germinação das sementes, além de aumentar a velocidade desse processo.

Referências

AGRICULTURE & RESOURCE MANAGEMENT COUNCIL OF AUSTRALIA & NEW ZEALAND, AUSTRALIAN & NEW ZEALAND ENVIRONMENT & CONSERVATION COUNCIL AND FORESTRY MINISTERS, (2000) **Weeds of National Significance *Hymenachne (Hymenachne amplexicaulis)* Strategic Plan**. National Weeds Strategy Executive Committee, Launceston. Disponível: http://www.dpi.qld.gov.au/documents/Biosecurity_EnvironmentalPests/IPA-Hymenachne-Nsplan.pdf. Acesso em: 12 de dez. 2010.

ANDRADE, A.C.S., et al. Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 465-469, 1997.

ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. (Eds.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.

ANTEL N.P.R.; WERGER, M.J.A.; MEDINA, E. Nitrogen distribution and leaf area indices in relation to photosynthetic nitrogen use efficiency in savanna grasses. **Plant Ecology**, v.138, p. 63-75, 1998.

BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, v.61, n.1, p.61-69, 2002.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**, 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, v.21, n.6, p.926-933, 1981.

CAMPBELL, S.D.; CARTER, E.A.; SETTER, M.J. Germination of *Hymenachne amplexicaulis* and *H. acutigluma* under contrasting light, temperature and nitrate regimes. **Plant Protection Quarterly**, v. 24, n. 1, p. 10-14, 2009.

CAPITÂNIO, J., et al. Eficiência agrônômica de herbicidas aplicados em pós-emergência, no controle de capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) sobre taipas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3. E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003. Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: Epagri,. 2003. p.706-708

CARNEIRO, J.W.P.; MARQUES, F.V. Influência da retirada da cobertura protetora no desempenho de dois lotes de sementes de capim braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES. 4., Brasília, 1985. **Resumos**. Brasília, ABRATES, 1985. p.81.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CAVERS, P.B., et al. The thistles: a spectrum of seed banks. **Aspects of Applied Biology**, v. 51, p. 135-141, 1998.

CHARLESTON, K. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) management**. Control methods and case studies. 2006. Disponível em: <<http://resourceeconomics.cqu.edu.au/FCWViewer/getFile.do?id=7443>>. Acesso em: março de 2010.

CSURHES S.M.; EDWARDS, R. **Potential environmental weeds in Australia: candidate species for preventative control**. Queensland Department Natural Resources. p. 168-169, 1998.

DELOUCHE, J.C. **Seed dormancy in Gramineae**. Mississippi, MSU, 1960. 20p.

DIAS, D.C.F.S. Dormência em sementes: mecanismos de sobrevivência das espécies. **Seed News**, v.4, p.1-4, 2005.

EDWARDS, M.M. Seed dormancy and seed environment internal oxygen relationship. In: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed Ecology**. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1973. p.169-188.

EIRA, M.T.S. Comparação de métodos de quebra de dormência de sementes de Capim Andropogon. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 3, p. 37-49, 1983.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.; MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ENRIQUEZ-QUIROZ, J.F., et al. Azuche, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, forage genetic resources for floodplains in tropical Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 1405-1412, 2006.

FRANKE, L.B.; NABINGER, C.; Avaliação da germinação de seis acessos de *Paspalum notatum* Flüge, nativos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.1, p.102-107, 1996.

HILL, K.U. *Hymenachne amplexicaulis*: A review of the literature and summary of work in Florida. 1996. Disponível em <http://www.naples.net/~kuh/hymen.htm>, aceso em fevereiro de 2010.

JARK FILHO, W. **Estudo sobre a quebra de dormência em sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf**. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1976. 63p. Dissertação de Mestrado.

JIMÉNEZ E. G.; ESCOBAR A. Flood adaptations and productivity of Savanna grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 13, 1977. p. 3-5. 1977. Leipzig, German Democratic Republic. **Anais...** 1977. p. 3-5

LAND & WATER AUSTRALIA. **Ecological, economic and social considerations of spray control for *Hymenachne***. 2008. Disponível em: <http://lwa.gov.au/node/2589>. Acesso: abr. de 2001.

LODHI, M.A.K. Germination and decreased growth of *Kochia scoparia* in relation to its antoallelopathy. **Canadian Journal of Botany**, v.57, p.1083-1088, 1982.

LULA, A.A., et al. Estudos de agentes químicos na quebra de dormência de sementes de *Paspalum paniculatum* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.2, p.358-366, 2000.

MACIEL, A.S.; BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G. Determinação da presença de fenóis em sementes de espécies florestais e sua relação com inibidores de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n.1, p.1-8, 1992.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176- 177. 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v.12, 2005. p.383-427.

MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1, Piracicaba, 1986. **Trabalhos apresentados**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.

MARTINS, C.C.; SILVA, W.R. Superação da dormência de sementes de capim colômbio. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 77-84, 1998.

MCIVOR, J.G.; HOWDEN, S.M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**, v. 25, n. 3, p. 214-222, 2000.

MEDINA E.; MOTTA N. Metabolism and distribution of grasses in tropical flooded savannas in Venezuela. **Journal Tropical Ecology**, v. 6, p. 77–89, 1990.

MENEZES, V.G.; RAMIREZ, H.B. Controle de capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) e capim capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) com o herbicida Clincher em arroz no sistema de cultivo pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 3. e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25, 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.507-509.

PEREZ GARCÍA, F. Effect of the origin of the cypsela on germination of *Onopordum acanthium* L. (Asteraceae). **Seed Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 187-195, 1993.

REHMAN, S., et al. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.45-57, 1996.

RENARD, C.; CAPELLE, P. Seed germination in Ruzizi Grass (*Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard). **Austral Journal of Botany**, v. 24, n.4, p.437-446, 1976.

ROBERTS, E.H.; MURDOCH, A.J.; ELLIS, R.H. **The interaction of environmental factors on seed dormancy**. Proceedings 1987 British Crop Protection Conference Weeds, Brighton. 1987. p.687-694.

RODRIGUES, B.N.; PITELLI, R.A. Quebra de dormência em sementes de *Commelina benghalensis*. **Planta Daninha**, v.12, n.2, p.106-110, 1994.

SAMPAIO, L.S.V., et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 184-190, 2001.

TAYLORSON, R.B.; HENDRICKS, S.B. Dormancy in seeds. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p331-354, 1977.

VIVIAN, R., et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – breve revisão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

WILLEMSEN, R.W.; RICE, E.L. Mechanism of seed dormancy in *Ambrosia artemisiifolia*. **American Journal of Botany**, v.59, p.248-257, 1972.

CAPÍTULO II

ADEQUAÇÃO DA METODOLOGIA DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA SEMENTES DE *Hymenachne amplexicaulis*

METHODOLOGY ADEQUATION OF TETRAZOLIUM TEST FOR *Hymenachne amplexicaulis* SEEDS

Resumo

Este trabalho teve por objetivo, estabelecer a metodologia adequada para a identificação da viabilidade de sementes de *H. amplexicaulis*, usando o teste de tetrazólio. Os ensaios, com delineamento experimental inteiramente casualizado, foram conduzidos no laboratório de Herbologia Professor Loreno Covolo e no laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes da Universidade Federal de Santa Maria, em 2010. Para o teste de germinação foram utilizadas as combinações de lotes de sementes sem glumas (nuas) e de sementes protegidas pelos seus envoltórios, com nitrato de potássio (0,2%) ou água, como testemunha. Para o teste de tetrazólio, sementes nuas foram embebidas diretamente em água por períodos de 6, 12 e 24 horas, a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, as sementes foram mantidas em solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio na concentração de 0,5%, avaliado-se a evolução da coloração a cada hora. A embebição em água das sementes sem glumas, durante seis horas, com posterior imersão em solução de tetrazólio a 0,5% por quatro horas é eficiente na determinação da viabilidade das sementes.

Palavras-chave: capim-capivara, embebição, viabilidade

Abstract

This study aimed to establish the appropriate methodology for identifying the viability of seeds of *H. amplexicaulis* using tetrazolium test. The tests, with completely randomized design, were conducted in the Herbiology Didactic of Laboratory Teacher Loreno Covolo and Seed Laboratory for Didactic and Research, Universidade Federal de Santa Maria in 2010. For the germination test, were used combinations of seeds lots without glumes (naked) and seeds lots protected by their glumes, with potassium nitrate (0.2%) or water as control. For the tetrazolium test, naked seeds were immersed directly in water for 6, 12 and 24 hours periods at 23 ± 1 °C. Subsequently, the seeds were kept in a solution of 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride at a concentration of 0.5% during four hours at that temperature, evaluating the evolution of coloration every hour. The imbibition of seeds without glumes, for six hours, with subsequent immersion in a solution of tetrazolium 0.5% for four hours is effective in determining the viability of seeds.

Keywords: West Indian marsh Grass, imbibition, viability

Introdução

O *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, conhecido como capim-capivara, é uma gramínea nativa das Américas Central e Sul, que apresenta pleno crescimento em regiões pantanosas, margens de rios e áreas temporariamente alagadas (ENRIQUEZ-QUIROZ et al., 2006). Autores como Andres; Machado (2004), Amilibia et al. (2007); Capitano et al. (2003) relataram sua ocorrência como infestante em áreas cultivadas com arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS), Brasil. Está espécie propaga-se por fragmentos de rizomas, estolões e ainda, por sementes.

Suas sementes, de tamanho reduzido, medem em média três milímetros de comprimento e suas panículas, com até 40 cm, produzem grande número de sementes viáveis. Uma única panícula pode produzir mais de 4 mil sementes

(CHARLESTON, 2006), com 98% de viabilidade, a qual pode ser mantida mesmo após 16 meses de armazenamento em ambiente, com temperatura entre 20 e 30°C. Ensaio de longevidade e germinação em profundidade (0,2 a 10 cm) demonstraram, após quatro anos, germinação de sementes entre 20 e 65%, dependendo da profundidade (AGRICULTURE..., 2000). As sementes, por meio de mecanismos de dormência, podem sobreviver nos corpos d'água e germinar quando o nível diminuir (CHARLESTON, 2006).

A dormência, uma característica fiseoecológica (BEWLEY; BLACK, 1994) e peculiar a cada espécie (LACERDA et al., 2010), é o processo que inibe temporariamente a germinação de sementes viáveis de muitas plantas, fazendo com que não germinem mesmo quando os fatores externos necessários ao processo de germinação, como a disponibilidade de luz, água e oxigênio, sejam adequados (EIRA; FREITAS; MELLO, 1993), distribuindo a germinação ao longo do tempo (BIANCHETTI, 1991) e possibilitando um fluxo de emergência, de modo a produzir plântulas em diversas condições, favoráveis ou não, ao seu desenvolvimento.

O processo de dormência ocorre com frequência em sementes de plantas daninhas e pode ser considerado como responsável pela sobrevivência dessas espécies e a pela manutenção das suas populações em ambientes instáveis. É essa habilidade, dentre outras, que permite às plantas consideradas invasoras, a incorporação e manutenção de seus propágulos, no banco de sementes do solo, garantindo assim, a perpetuação da espécie. Nesse sentido, ao identificar a ocorrência de dormência em sementes de plantas daninhas, o teste de tetrazólio indica, rapidamente, o percentual de sementes viáveis, portanto, passíveis de germinar e dar origem a novas plantas.

O teste é baseado na utilização da solução salina incolor de cloreto de 2, 3, 5-trifenil tetrazólio, que ao ser absorvida pelas sementes é reduzida pela atividade de enzimas desidrogenases, presentes nos tecidos vivos, resultando na formação de um composto estável e de coloração vermelha, o trifenilformazan. Logo, as regiões com atividade respiratória nas mitocôndrias se mostram avermelhadas, portanto, vivas, enquanto os tecidos mortos não reagem à solução, mantendo sua cor natural (DELOUCHE et al., 1976, FRANÇA NETO, KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999).

Metodologias para a elaboração do teste, que exige prévia embebição em água e posterior coloração, são descritas por Brasil (2009) e outros autores, entretanto, características intrínsecas a diversas espécies exigem tempo de

exposição, temperaturas e concentrações peculiares, requerendo metodologias específicas. Assim, este trabalho teve por objetivo, estabelecer a metodologia adequada para a identificação da viabilidade das sementes de *Hymenachne amplexicaulis*, por meio do teste de tetrazólio.

Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos no laboratório de Herbologia Professor Loreno Covolo, do Departamento de Defesa Fitossanitária, e no laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes, do departamento de Fitotecnia, ambos na Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS), em 2010. As sementes utilizadas, provenientes de área cultivada com arroz irrigado, localizada no município de Formigueiro (RS), foram coletadas em fevereiro do mesmo ano, quando constatado o início do degrane natural das cariopses. Para tal, as panículas foram agitadas dentro de sacos de papel, a fim de uniformizar o estágio das sementes no momento da coleta. Posteriormente, foram encaminhadas ao laboratório, onde foram armazenadas em condições ambientes de temperatura e umidade pelo período de seis meses, procedendo-se aos testes.

Teste de germinação

Desenvolvido pela combinação de lotes de sementes sem glumas (nuas) e sementes protegidas pelos seus envoltórios, com o promotor de germinação nitrato de potássio (KNO_3), na concentração de 0,2% ou água, como testemunha. O teste foi realizado em caixas plásticas do tipo gerbox, sobre papel filtro umedecido com 2,5 vezes seu peso, com os respectivos tratamentos (KNO_3 ou água), mantidas em germinador ajustado com temperatura alternada entre 20 e 30°C e fotoperíodo de 8 horas. As avaliações foram realizadas diariamente, e as sementes germinadas foram retiradas, computando-se, ao final do teste, a o percentual de germinação.

Teste de tetrazólio

Devido ao diminuto tamanho e a conseqüente dificuldade para retirar os envoltórios após a embebição, as glumas foram retiradas com as sementes secas. Para a embebição direta em água utilizou-se como tratamentos, períodos de 6, 12 e 24 horas, a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (ambiente). Esta temperatura foi utilizada devido à fragilidade das sementes nuas e a possibilidade de danos causados por temperaturas superiores. Após o período de embebição, foram feitos cortes longitudinais conforme o preconizado para sementes pequenas de gramíneas (Brasil, 2009) e imersão em solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, em frascos escuros.

Para sementes de gramíneas são indicadas concentrações de 0,5 a 1% de tetrazólio (Brasil, 2009), utilizando-se neste ensaio a menor concentração recomendada, com avaliação da coloração a cada hora após a imersão, atingindo a adequada coloração dos embriões após quatro horas, na referida temperatura. Em seguida, as sementes foram retiradas, lavadas e mantidas em água destilada e os embriões e endospermas analisados com o auxílio de lupa, considerando-se viáveis as sementes que apresentaram a região embrionária corada, conforme parâmetro estabelecido com sementes viáveis e não viáveis (Figura 2).

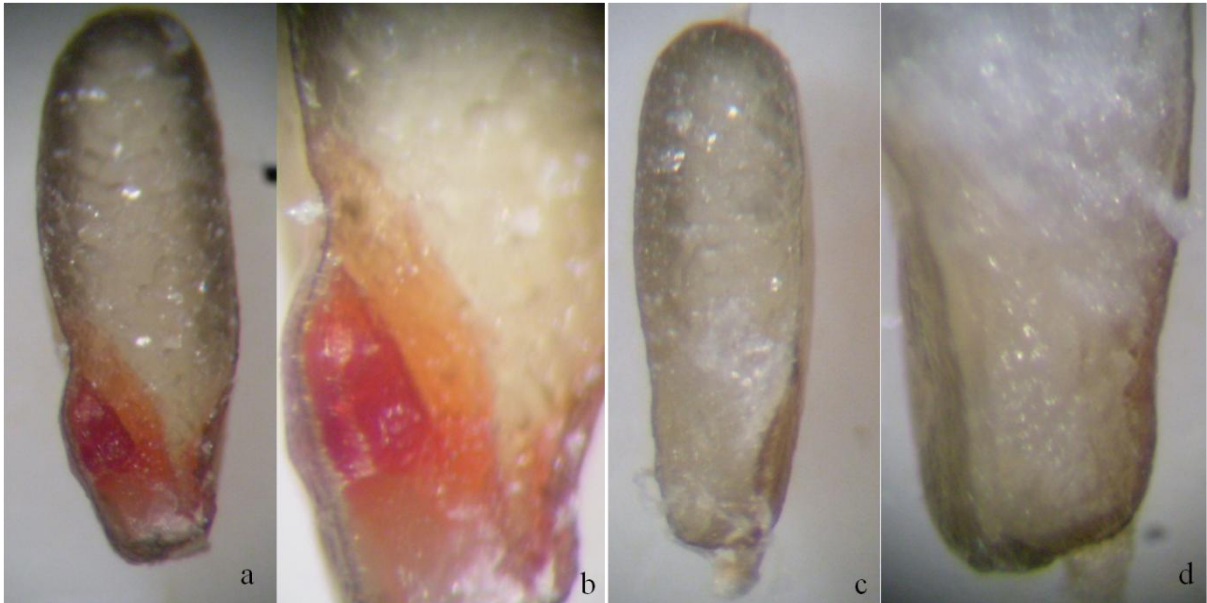


Figura 2 - Sementes de *Hymenachne amplexicaulis* (aumento de 100 vezes) consideradas viáveis (a e b) e inviáveis (c e d), segundo teste de tetrazólio. Santa Maria-RS, 2010

Todos os testes foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes. Os resultados, expressos em porcentagem, foram testados quanto à normalidade, quando necessário, transformados utilizando-se a expressão $\arcsen\sqrt{x/100}$, e submetidos a análise da variância. As médias foram separadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Os períodos de embebição em água utilizados acarretaram diferentes respostas quanto à viabilidade das sementes analisadas. Dentre estes, o período de seis horas apresentou percentuais de viabilidade estatisticamente semelhantes aos percentuais de germinação encontrados para os tratamentos onde as glumas das sementes foram removidas (semente nua). Os demais períodos de embebição avaliados, 12 e 24 horas, não diferiram significativamente entre si, mostrando-se inadequados para a espécie, visto que os resultados de viabilidade encontrados

divergiram dos resultados de germinação. Os percentuais de germinação e viabilidade dos tratamentos estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Percentual de viabilidade das sementes de *Hymenachne amplexicaulis*, determinado pelo teste de germinação e tetrazólio. Santa Maria-RS, 2010.

| Tratamento | Teste de germinação |
|--------------------------------------|---------------------|
| Semente nua + KNO ₃ | 89 a* |
| Semente nua + água | 91 a |
| Semente protegida + KNO ₃ | 59 b |
| Semente protegida + água | 0 d |
| Tempo de hidratação | Teste de tetrazólio |
| Seis horas | 89 a |
| Doze horas | 22 c |
| Vinte e quatro horas | 28 c |
| C.V. ¹ (%) | 12,02 |

* Médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ¹ Coeficiente de variação.

A similaridade dos resultados de germinação e viabilidade entre os tratamentos de sementes nuas e seis horas de embebição pode ser explicada, provavelmente, pela presença, nas glumas, de agentes causadores de dormência nas sementes dessa espécie. Sem as glumas, as sementes germinaram rapidamente, expressando todo o seu potencial germinativo. Ao estudar a superação de dormência em sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf., Jark Filho (1976) removeu glumas e glumelas, concluindo que este tratamento permite avaliar o potencial germinativo, independentemente do grau de dormência apresentado pelas sementes. Ao trabalhar com a mesma espécie, Carneiro; Marques (1985) concluíram que a remoção da lema e da pálea favoreceu a germinação em todos os tratamentos, atingindo percentuais de germinação de 95%.

Os tratamentos onde as glumas foram removidas tiveram o processo de germinação acelerado em relação ao tratamento de sementes protegidas pelos envoltórios combinado com KNO_3 , o que motivou o encerramento do teste quando ocorreu a germinação de todas as sementes de uma repetição das sementes nuas. Este fato pode explicar o menor percentual de germinação do tratamento de sementes protegidas + KNO_3 , além, da possibilidade de superação insuficiente da dormência, como visto com ácido sulfúrico, em sementes de braquiária (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf.) (DIAS; ALVES, 2008). A não germinação das sementes protegidas pelas glumas e embebidas somente em água, quando comparada aos percentuais de viabilidade, expressos pelo teste de tetrazólio demonstra a presença de dormência nas sementes, mesmo após seis meses de armazenamento.

A remoção das glumas das sementes ainda secas, antes do período de pré-condicionamento para o teste de tetrazólio, pode reduzir significativamente os danos causados às sementes de tamanho reduzido, do que quando estas já estiverem hidratadas. Em sementes de algodão, Vieira; Von Pinho (1999) relataram que a remoção do tegumento, após o pré-condicionamento possibilita maior uniformidade e rapidez no desenvolvimento da coloração, entretanto, os resultados podem ser alterados em virtude da ocorrência de ferimentos no embrião durante essa fase.

O período de hidratação, durante o pré-condicionamento, influencia no teor de água das sementes, tornando-se um fator importante para a qualidade da coloração. De acordo com Moore (1977), a hidratação promove o amolecimento dos tecidos da semente, facilitando o preparo e a absorção da solução de tetrazólio, além de ativar o sistema enzimático, o que resulta em coloração mais nítida. Em algumas espécies, as glumas podem impor uma barreira à absorção de água, e sua remoção facilita esse processo. Entretanto, a exposição por tempo excessivo em água pode acarretar a redução da disponibilidade de oxigênio para as sementes (LIMA et al., 2004), levando a resultados incorretos. Este fato pode explicar a baixa viabilidade das sementes quando embebidas sem seus envoltórios, pelos períodos de 12 e 24 horas.

Ao avaliar períodos de embebição e temperaturas para o teste de tetrazólio em sementes de *B. brizantha*, Novembre, et al. (2006) indicaram seis horas de embebição a 30°C, com posterior período de duas horas a 40°C, em solução de tetrazólio a 0,075%, como tratamento adequado para identificar a viabilidade das

sementes dessa espécie. Em sementes de *Hymenachne amplexicaulis*, o teste de tetrazólio mostrou-se como uma importante ferramenta, complementando o teste de germinação, a fim de identificar a viabilidade das sementes, os diferentes níveis de dormência e a eficiência de tratamentos utilizados para sua superação.

Conclusões

A embebição em água, de sementes de *Hymenachne amplexicaulis*, sem glumas, durante seis horas a $23 \pm 1^\circ\text{C}$, com posterior corte longitudinal e imersão em solução de tetrazólio a 0,5% por quatro horas ($23 \pm 1^\circ\text{C}$) é eficiente na determinação da viabilidade das sementes.

Referências

AGRICULTURE & RESOURCE MANAGEMENT COUNCIL OF AUSTRALIA & NEW ZEALAND, AUSTRALIAN & NEW ZEALAND ENVIRONMENT & CONSERVATION COUNCIL AND FORESTRY MINISTERS, (2000) Weeds of National Significance *Hymenachne* (*Hymenachne amplexicaulis*) Strategic Plan. National Weeds Strategy Executive Committee, Launceston. Disponível: http://www.dpi.qld.gov.au/documents/Biosecurity_EnvironmentalPests/IPA-Hymenachne-Nsplan.pdf. Acesso em: 12 de dez. 2010.

AMILÍBIA, E., et al. Controle químico da grama-boiadeira na cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5. E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27, 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Ed Palotti, 2007. v. II. p. 227-229.

ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. (Eds.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2° ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BIANCHETTI, A. Tratamentos pré-germinativos para sementes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia, 1989. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 237-246.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CAPITÂNIO, J., et al. Eficiência agronômica de herbicidas aplicados em pós-emergência, no controle de capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) sobre taipas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3. E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003. Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: Epagri,. 2003. p.706-708

CARNEIRO, J.W.P.; MARQUES, F.V. Influência da retirada da cobertura protetora no desempenho de dois lotes de sementes de capim braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES. 4., Brasília, 1985. **Resumos**. Brasília, ABRATES, 1985. p.81.

CHARLESTON, K. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) management**. Control methods and case studies. 2006. Disponível em: <http://resourceeconomics.cqu.edu.au/FCWViewer/getFile.do?id=7443>. Acesso em: março de 2010.

DELOUCHE, J.C., et al. **O teste de tetrazólio para a viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, 2008.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.; MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ENRIQUEZ-QUIROZ, J.F., et al. Azuche, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, forage genetic resources for floodplains in tropical Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 1405-1412, 2006.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.,

FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8.5, p.1-28.

JARK FILHO, W. **Estudo sobre a quebra de dormência em sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf**. 1976. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

LACERDA, M.J.R., et al. Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. “Marandu”. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 823-828, out./dez. 2010

LIMA, S.M.P., et al. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) sob condições ideais de estresse térmico. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.3, p.505-14, 2004.

MOORE, R.P. **Tetrazolium testing handbook**. Raleigh: North Carolina State University, 1977. Paginação irregular.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; GOMES, R.B.R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, 2006 .

VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R.V. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.8.1-1 8.1-13.

CAPÍTULO III

SENSIBILIDADE DO CAPIM-CAPIVARA A HERBICIDAS

SENSIBILITY OF WEST INDIAN MARSH GRASS TO HERBICIDES

Resumo

Foi objetivo deste trabalho, identificar através de curvas de dose resposta, a sensibilidade de plantas jovens e perenizadas de capim-capivara a 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 e 200% da dose recomendada para o controle de gramíneas perenes, de cialofope butílico (315 g i.a. ha⁻¹), imazapique + imazapir (24,5 g e.a. ha⁻¹ + 73,5 g e.a. ha⁻¹), glifosato (2160 g e.a. ha⁻¹) e glufosinato de amônio (900 g i.a. ha⁻¹). Dois experimentos foram conduzidos em estufa. O experimento I, de janeiro a março de 2010 e o experimento II, de janeiro de 2010 a janeiro de 2011. Plantas jovens apresentaram maior sensibilidade aos herbicidas glufosinato de amônio e cialofope butílico, entretanto, a morte das plantas ocorreu somente quando tratadas com glifosato e a mistura formulada de imazapique + imazapir. Em plantas perenizadas, os herbicidas não proporcionaram controle satisfatório.

Palavras-chave: Arroz irrigado, Controle químico, *Hymenachne amplexicaulis*.

Abstract

This study aimed to identify, through of dose-response curves, the sensitivity of young and perennial plants of West Indian Marsh grass plants to 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 and 200% of recommended dose for the perennial grass control,

de cyhalofop butyl (315 g c.p. ha⁻¹), imazapic + imazapyr (24.5 g c.p. ha⁻¹ + 73.5 g c.p. ha⁻¹), glyphosate (2160 g c.p. ha⁻¹) and ammonium glufosinate (900 g c.p. ha⁻¹). Two experiments were conducted in a greenhouse. The experiment I, from January to March 2010 and experiment II, from January 2010 to January 2011. Young plants showed higher sensitivity to the herbicide ammonium glufosinate and cyhalofop butyl, however, death occurred only when the plants treated with glyphosate and a formulated mixture of Imazapic + Imazapyr. In perennial plants, the herbicides did not provide satisfactory control.

Key-words: Flooded rice, Chemical control, *Hymenachne amplexicaulis*.

Introdução

A cultura do arroz irrigado tem grande importância econômica e social para os estados do sul do Brasil. Seu cultivo normalmente ocorre em áreas de várzea ou próximo a corpos hídricos, em ambientes úmidos ou alagados que estão sujeitos, pela condição do relevo, à deposição de sedimentos férteis, favorecendo, além da cultura, o crescimento de plantas daninhas. Essas espécies, além de competirem diretamente com a cultura por recursos como luz e nutrientes, infestam canais de irrigação e drenagem, dificultando o manejo da irrigação, assim como, ao serem colhidas juntamente com os grãos, são classificadas como impurezas, depreciando a qualidade final do produto.

Dentre estas, a espécie *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, conhecida como capim-capivara, capim-de-açúde ou grama-de-lagoa, forma densas infestações, vegetando áreas úmidas, cursos de água e canais de irrigação e drenagem. Embora seja uma gramínea C₃, seu crescimento é agressivo, sendo considerada planta daninha bastante problemática de áreas alagadas em diversos países onde foi introduzida, como nos EUA e Austrália (CSURHES et al., 1999), onde é considerada planta daninha de significância nacional. No Brasil, é relatada como forrageira nas regiões da Amazônia e Pantanal (DIAS-FILHO, 2005), como infestante de reservatórios de água para a geração de eletricidade, no Rio de Janeiro (MARTINS et al., 2003) e como planta daninha de áreas cultivadas com

arroz irrigado no Rio Grande do Sul (ANDRES; MACHADO, 2004; AMILIBIA et al., 2007).

O eficiente metabolismo do nitrogênio, promovendo o crescimento vigoroso de novas folhas e perfilhos (ANTEN et al., 1998), aliado a boa produção de sementes e estolões (JIMÉNES; ESCOBAR, 1977; MEDINA; MOTTA, 1990) e o grande acúmulo de reservas em seus rizomas explicam o aumento significativo da população dessa planta daninha em áreas úmidas das Américas Central e do Sul, Estados Unidos, México, Austrália, Nova Zelândia e alguns países do continente Africano. Em Queensland e Northern Territory na Austrália, onde foi introduzida como forrageira, a proliferação desta planta daninha está associada a graves prejuízos ecológicos, como a extinção de espécies de pássaros e plantas, contaminação ambiental pelos produtos utilizados em seu controle e econômicos como obstrução de leitos navegáveis e infestação de culturas como a cana-de-açúcar, com custos substanciais relacionados ao seu controle (KINNEAR et al., 2008).

De acordo com Capitanio et al. (2003), a frequência desta planta daninha nas lavouras de arroz irrigado tem aumentado muito nos últimos anos. Menezes e Ramirez (2003) relataram dados de produtores da região da Depressão Central do Estado, onde têm ocorrido infestações massivas de capim-capivara nos arrozais, principalmente junto às várzeas do Rio Jacuí. Sua ocorrência também é relatada em lavouras de arroz e canais de irrigação adjacentes, nos municípios de Formigueiro, Santa Maria e São Vicente do Sul, na mesma região (STURZA et al., 2010). *H. amplexicaulis* cresce rapidamente, impondo sombreamento à cultura, e, além disso, favorece o acamamento das plantas pelo grande volume de material vegetal.

Nativa das Américas Central e do Sul é uma planta perene, que se reproduz por sementes, fragmentos de rizomas e enraizamento dos nós caulinares basais (CSURHES et al., 1999), e práticas de manejo como a manutenção do solo inundado no período de entressafra, redução das operações de preparo, ou preparo com solo úmido, e utilização de herbicidas pouco eficientes para plantas daninhas perenes, têm favorecido o aumento e a dispersão de plantas de capim-capivara pelas várzeas gaúchas. Possui ainda, elevada capacidade de alongar rapidamente as hastes e formar raízes adventícias quando em áreas alagadas, além de possuir aerênquimas nos tecidos das hastes, folhas e raízes (KIBBLER; BAHNISCH, 1999).

Para determinar a eficiência de herbicidas, parâmetros como mortalidade de plantas, redução da biomassa e rebrotamento, têm sido intensivamente utilizados por pesquisadores na Austrália. Em estudos preliminares, os ativos haloxifope, fluazifope, imazapir, hexazinone e glifosato tem-se destacado (CHARLESTON, 2006), entretanto, com informações vagas e divergentes quanto ao controle, devido principalmente a diferenças no estágio de desenvolvimento, ambiente (aquático ou terrestre), proporções do dossel no momento da aplicação, além da maioria das informações estarem direcionadas para áreas não agrícolas.

Devido a tais características, estratégias eficazes para o controle de *H. amplexicaulis* são limitadas e complexas, e a sua localização, em áreas sujeitas à deposição de nutrientes, agrava as dificuldades de controle, por favorecer o crescimento vegetativo e acúmulo de reservas pelas plantas. No Brasil, não existem herbicidas registrados para o controle dessa planta daninha (BRASIL, 2010), e os dados encontrados na literatura, além de escassos e restritos a poucos herbicidas, divergem quanto às doses e o controle obtido.

Assim, estudos são necessários a fim de determinar a eficiência de herbicidas, em diversas doses, no controle de capim-capivara em diferentes estágios de desenvolvimento, situação comumente constatada em campo. Este trabalho teve por objetivos identificar, através de curvas de dose resposta, a sensibilidade de plantas jovens e perenizadas de *H. amplexicaulis* a diferentes doses de herbicidas, quantificada pelos percentuais de controle e redução da biomassa seca.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos em estufa. O experimento I foi conduzido de janeiro a março de 2010, utilizando vasos de polietileno de 2 L de capacidade, e o experimento II de janeiro de 2010 a janeiro de 2011, usando vasos de 15 L de capacidade, ambos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para ambos os ensaios, as mudas de capim-capivara, provenientes do enraizamento de nós caulinares basais, foram coletadas em infestações estabelecidas em lavoura de arroz irrigado, no município de Formigueiro, RS.

Os vasos foram preenchidos com solo, previamente peneirado e adubado conforme as recomendações de adubação para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2005). O solo, um Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, de textura média, foi coletado em área de várzea, na profundidade de 0-10 cm. A análise química do solo indicou $\text{pH}_{\text{água (1:1)}} = 4,7$; $\text{P} = 9,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 56 \text{ mg dm}^{-3}$; argila = 19%; M.O. = 1,4%; $\text{Ca} = 2,5 \text{ cmol}_d / \text{dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,8 \text{ cmol}_d / \text{dm}^{-3}$ e $\text{Al} = 0,9 \text{ cmol}_d / \text{dm}^{-3}$.

No experimento I, a aplicação dos tratamentos (Tabela 5) foi realizada em seis de março de 2010, quando as plantas encontravam-se em pleno desenvolvimento vegetativo, com o colmo principal apresentando de três a quatro folhas desenvolvidas e em média três perfilhos pequenos por planta, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado à CO_2 , equipado com pontas do tipo leque (110015), com volume de calda equivalente a 167 L ha^{-1} . A temperatura média no momento da aplicação foi de $22,8^\circ\text{C}$ e umidade relativa média do ar de 62,5%. Após 24 horas, os vasos foram irrigados, sendo mantidos com lâmina de água até o término do experimento, aos 21 dias após o tratamento (DAT).

Tabela 5 - Tratamentos utilizados nos experimentos I e II, para o controle de plantas jovens e perenizadas de *Hymenachne amplexicaulis*. Santa Maria-RS, 2010.

| Herbicidas | Doses aplicadas | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | 0 | 25 ⁵ | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 |
| Experimento I - Plantas jovens | | | | | | | | | |
| Cialofope butílico ¹ | 0 | 0,44 ⁶ | 0,88 | 1,31 | 1,75 | 2,19 | 2,62 | 3,06 | 3,5 |
| Imazapique + imazapir ² | 0 | 35 ⁷ | 70 | 105 | 140 | 175 | 210 | 245 | 280 |
| Glifosato ³ | 0 | 1,12 | 2,25 | 3,38 | 4,5 | 5,62 | 6,75 | 7,88 | 9,0 |
| Glufosinato de amônio ⁴ | 0 | 1,12 | 2,25 | 3,38 | 4,5 | 5,62 | 6,75 | 7,88 | 9,0 |
| Experimento II - Plantas perenizadas | | | | | | | | | |
| Imazapique + imazapir | 0 | 35 | 70 | 105 | 140 | 175 | 210 | 245 | 280 |
| Glifosato | 0 | 1,12 | 2,25 | 3,38 | 4,5 | 5,62 | 6,75 | 7,88 | 9,0 |

¹ 180 g i.a. L^{-1} . ² 175 g e.a. kg^{-1} + 525 g e.a. kg^{-1} . ³ 480 g e.a. L^{-1} . ⁴ 200 g i.a. L^{-1} . ⁵ Percentual da dose referência, recomendada para o controle de gramíneas perenes. ⁶ Cialofope butílico, glifosato e glufosinato de amônio, doses expressas em L p.c. ha^{-1} . ⁷ Imazapique + imazapir, doses expressas em g p.c. ha^{-1} .

No experimento II, três plantas de *H. amplexicaulis* foram transplantadas em cada vaso, sendo realizadas duas adubações, a primeira, no preparo do solo, previamente ao transplante, e a segunda, em outubro de 2010, no início da nova estação de crescimento. Neste ensaio, devido à restrição de espaço, foram aplicados apenas os tratamentos com glifosato e a mistura formulada de imazapique e imazapir. A pulverização foi realizada em 16 de dezembro de 2010, quando as plantas perenizadas, com estolões e estruturas de reservas (rizomas) bem desenvolvidos, apresentavam novos perfilhos com três a quatro folhas.

Utilizou-se o mesmo pulverizador, com volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹, devido a grande quantidade de material vegetal por pote. A temperatura média no momento da aplicação foi de 25,3°C e a umidade relativa média do ar de 68,9%. As plantas, irrigadas 24 horas após o tratamento, foram conduzidas sob irrigação, com lâmina d'água até os 35 DAT. Os vasos, em ambos os experimentos, tiveram sua localização alterada de forma aleatória a cada sete dias. As avaliações de controle, efetuadas por dois avaliadores independentes, consistiram de análises visuais, realizadas, aos 7, 14 e 21 dias DAT (experimento I) e aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAT (experimento II). O efeito dos herbicidas sobre as plantas foi determinado por avaliações visuais, com base em escala percentual, onde zero equivaleu à ausência de injúrias e 100%, morte das plantas (FRANS; CROWLEY, 1986).

Ao final das avaliações de controle, realizou-se a coleta das plantas, para a determinação da biomassa verde e, após a secagem em estufa a 70°C, da biomassa seca, entretanto, foram utilizados somente os dados da variável biomassa seca, pois a biomassa verde apresentou grande variabilidade. Os resultados de biomassa da matéria seca da parte aérea foram transformados para porcentagem da testemunha. Os dados foram analisados quanto à homocedasticidade e à normalidade e submetidos à análise de variância. Para avaliação dos efeitos de dose, foram realizadas análises de regressão, utilizando o modelo log-logístico proposto por Seefeldt et al. (1995), sendo os valores estimados para o C₅₀ e BS₅₀ expressos em porcentagem das doses utilizadas como referência, para fins de comparação entre os herbicidas utilizados.

Resultados e Discussão

Experimento I - Plantas jovens

As plantas de *Hymenachne amplexicaulis* manifestaram distinta sensibilidade aos herbicidas utilizados, contudo, apresentaram maiores percentuais de controle e redução da biomassa seca com o aumento das doses (Figura 3). Quando comparados os tratamentos, os herbicidas glufosinato de amônio e cialofope butílico ocasionaram maiores percentuais de controle e redução da biomassa seca em menores doses, do que o glifosato e a mistura formulada de imazapique e imazapir. Entretanto, no intervalo de doses testado, não causaram morte das plantas.

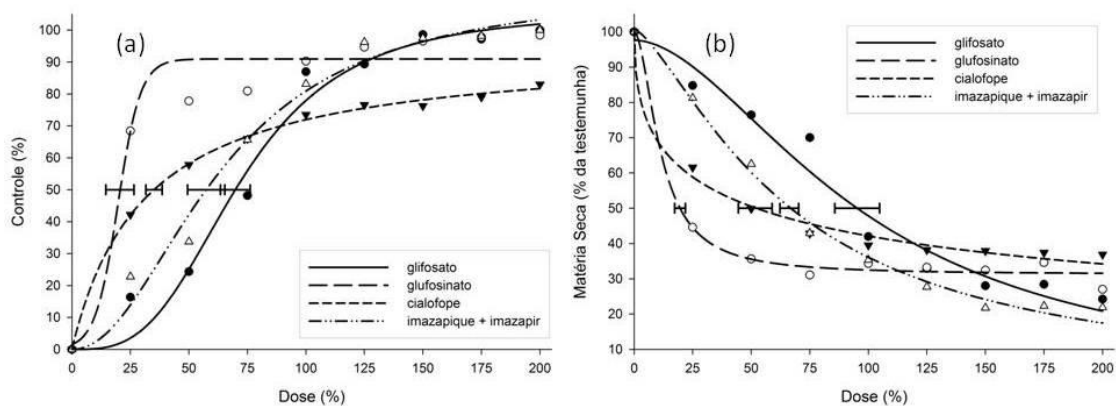


Figura 3 - Percentual de controle (a) e redução da biomassa seca (b) de plantas jovens de *Hymenachne amplexicaulis*, aos 21 DAT, por diferentes doses dos herbicidas glifosato (480 g e.a. L⁻¹), glufosinato de amônio (200 g i.a. L⁻¹), cialofope-butílico (180 g i.a. L⁻¹) e da mistura formulada de imazapique (175 g i.a. kg⁻¹) e imazapir (525 g i.a. kg⁻¹). Santa Maria-RS, 2010. Barras de erro correspondem ao intervalo de confiança em 95% de probabilidade de erro da dose que causa 50% de controle (C₅₀) e de redução da biomassa seca (BS₅₀).

Os resultados de controle proporcionados pelo cialofope butílico foram superiores aos relatados por Capitaniao et al. (2003), em ensaio conduzido em

campo, com infestação pré-estabelecida, onde 1,5 L p.c. ha⁻¹ proporcionou controle de 62%, aos 15 DAT. Entretanto, aos 30 e 45 DAT, houve gradual recuperação das plantas, reduzindo os percentuais de controle para 54 e 52,5, respectivamente. Ao avaliar o controle decorrente da aplicação desse herbicida em infestação estabelecida após o preparo do solo, Menezes e Ramirez (2003) relataram para doses de 0,5; 0,75; 1,0 e 1,25 L p.c. ha⁻¹, controle de 90, 98, 98 e 100%, respectivamente, aos 30 DAT.

A divergência entre os resultados de controle de capim-capivara pelo cialofope butílico pode ser explicada pela diferente quantidade de reservas e estágio fenológico no momento da aplicação, dentre os experimentos mencionados. O estágio juvenil, de 3 a 4 folhas, assim como a fragmentação das plantas para o transplante, o que também ocorre após sucessivas gradagens, nas operações de preparo do solo, tornam as plantas mais sensíveis ao herbicida, que atua nos pontos de crescimento. Segundo Jordan et al. (1997) quando a aplicação de herbicidas é feita com as plantas daninhas nos estádios de uma a três folhas (pós-inicial), a eficácia aumenta, proporcionando nível aceitável de controle.

As plantas manifestaram elevada sensibilidade ao glufosinato de amônio, desenvolvendo severa necrose das folhas já aos 7 DAT, e com maiores percentuais de controle em menores doses, com C₅₀ de apenas 20% (Tabela 6), contudo, nas doses utilizadas, não houve morte total de plantas, ocorrendo a morte dos perfilhos jovens e injúrias severas na planta mãe (colmo principal), com início do rebrotamento já aos 21 DAT, quando do encerramento do experimento. Tal sensibilidade ao glufosinato foi confirmada pelos percentuais de biomassa seca, com significativa redução da biomassa em doses baixas (BS₅₀ = 11%), bem abaixo da dose referência, mas sem resposta com o aumento da quantidade de herbicida.

O glufosinato de amônio provoca o acúmulo de amônia nas plantas tratadas, devido à inibição da ação da enzima glutamina sintetase, a qual é responsável pela conversão de glutamato mais amônia, à glutamina (WENDLER et al., 1992), causando lesões foliares como amarelecimento e necrose, e provocando a morte em até duas semanas. Por não translocar nas plantas, sua ação está limitada aos locais de contato com o tecido vegetal, exigindo maior qualidade da aplicação, e em *H. amplexicaulis*, sua ação restrita pode ser atribuída à rápida capacidade de recuperação das plantas.

Tabela 6 - Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas jovens de *Hymenachne amplexicaulis* às doses dos herbicidas cialofope-butílico (180 g i.a. L⁻¹), imazapique (175 g e.a. kg⁻¹) + imazapir (525 g e.a. kg⁻¹), glifosato (480 g e.a. L⁻¹) e glufosinato de amônio (200 g i.a. L⁻¹). Santa Maria-RS, 2010.

| Herbicidas | y ₀ | a | b | x ₀ | R ² | P | Equação |
|---|---------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------|--------|------------------|
| Parâmetros estimados para controle | | | | | | | |
| Cialofope-butílico | - | 94,5196 (5,2423) ¹ | -0,9960 (0,1360) | 31,2223 ² (3,4855) | 0,9974 | 0,0001 | Log ³ |
| Imazapique + Imazapir | - | 112,8304 (10,1511) | -2,0854 (0,4469) | 64,0264 (7,9381) | 0,9765 | 0,0001 | Log |
| Glifosato | - | 105,9784 (8,2681) | -3,1637 (0,8037) | 72,3828 (6,3613) | 0,9666 | 0,0001 | Log |
| Glufosinato de amônio | - | 90,9813 (3,1714) | 4,8301 (5,2462) | 19,7108 (6,0226) | 0,9279 | 0,0002 | Sig ⁴ |
| Parâmetros estimados para biomassa seca | | | | | | | |
| Cialofop-butílico | - | 100,1585 (2,3955) | 0,4856 (0,0549) | 51,6940 ⁵ (7,2004) | 0,9865 | 0,0001 | Log |
| Imazapique + Imazapir | - | 100,6326 (2,7217) | 1,4128 (0,0966) | 66,2532 (3,9889) | 0,9905 | 0,0001 | Log |
| Glifosato | - | 97,6300 (5,3162) | 1,8233 (0,2966) | 97,8329 (9,5532) | 0,9561 | 0,0001 | Log |
| Glufosinato de amônio | 31,2122 (2,3207) | 68,7894 (3,6496) | 1,8421 (1,2624) | 11,5251 (5,9950) | 0,9843 | 0,0001 | Log ⁶ |

¹ Valores entre parêntese correspondem ao erro padrão do parâmetro. ² Dose do herbicida (percentual da dose usada como referência) que causa 50% de controle (C₅₀) em plantas de *H. amplexicaulis*. ³ Equação logística de três parâmetros $y = \frac{a}{1 + (\frac{x}{x_0})^b}$. ⁴ Equação sigmoideal de três parâmetros $y = \frac{a}{1 + e^{-\frac{x-x_0}{b}}}$. ⁵ Dose do herbicida (percentual da dose usada como referência) que causa 50% de redução de massa da biomassa seca (BS₅₀) da parte aérea de plantas de *H. amplexicaulis*. ⁶ Equação logística de quatro parâmetros $y = y_0 + \frac{a}{1 + (\frac{x}{x_0})^b}$.

Apesar de serem herbicidas com comportamentos diferentes, o glifosato de ação total, e a mistura formulada de imazapique e imazapir, seletiva para cultivares

de arroz irrigado portadoras da tecnologia Clearfield[®], as plantas jovens de *H. amplexicaulis* apresentaram similar sensibilidade aos ativos, que causaram a morte das plantas com respectivamente 176 e 171% das doses referência utilizadas para esses produtos (Tabela 7). Todos os herbicidas reduziram a biomassa seca das plantas em relação à testemunha, entretanto, o glifosato e o imazapique + imazapir ocasionaram os maiores percentuais de redução.

Tabela 7 - Doses de cialofope butílico, imazapique + imazapir, glifosato e glufosinato de amônio necessárias para os respectivos controles, calculadas por meio do modelo logístico ajustado para os dados das curvas de dose-resposta de plantas jovens de *Hymenachne amplexicaulis*. Santa Maria-RS, 2010.

| Herbicida | Dose referência ¹ | C ₅₀ ² | C ₁₀₀ ³ |
|-----------------------|--|------------------------------|-------------------------------|
| | L p.c. ha ⁻¹ ou g p.c. ha ⁻¹ | | |
| Cialofope butílico | 1,75 | 0,61 | - ⁴ |
| Imazapique + Imazapir | 140,0 | 49,1 | 240,0 |
| Glifosato | 4,5 | 3,14 | 7,9 |
| Glufosinato de amônio | 4,5 | 0,89 | - |

¹ Correspondente a dose de 100%. ² Dose que proporcionou 50% de controle. ³ Dose a partir da qual ocorreu morte das plantas. ⁴ Nas doses testadas, não ocasionou morte das plantas.

O glifosato se movimenta no floema seguindo a rota dos produtos da fotossíntese, das folhas fotossinteticamente ativas em direção as partes em crescimento, para manutenção do metabolismo e/ou formação de produtos de reserva (HETHERINGTON et al., 1998), assim, o estágio fenológico das plantas, pleno desenvolvimento vegetativo e início da formação de rizomas, teria favorecido o controle por esse herbicida.

Experimento II - Plantas perenizadas

Os herbicidas glifosato e a mistura formulada de imazapique + imazapir, por apresentarem maior controle das plantas jovens, foram reavaliados em plantas de capim-capivara cultivadas por aproximadamente um ano. Dentro do intervalo de doses testado, somente o glifosato proporcionou percentuais de controle de 50% (Figura 4), com $C_{50} = 192\%$, entretanto com BS_{50} de 218% da dose referência, com sintomas evoluindo de clorose, nas avaliações iniciais, até necrose, aos 35 DAT, porém com rebrotamento das plantas. Na Austrália, Charleston (2006) relata a utilização de até $5040 \text{ g e.a. ha}^{-1}$ de glifosato ($14 \text{ L p.c. ha}^{-1}$) ou $386 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ de haloxyfop ($0,77 \text{ L p.c. ha}^{-1}$) para o controle de *H. amplexicaulis* em áreas não agrícolas.

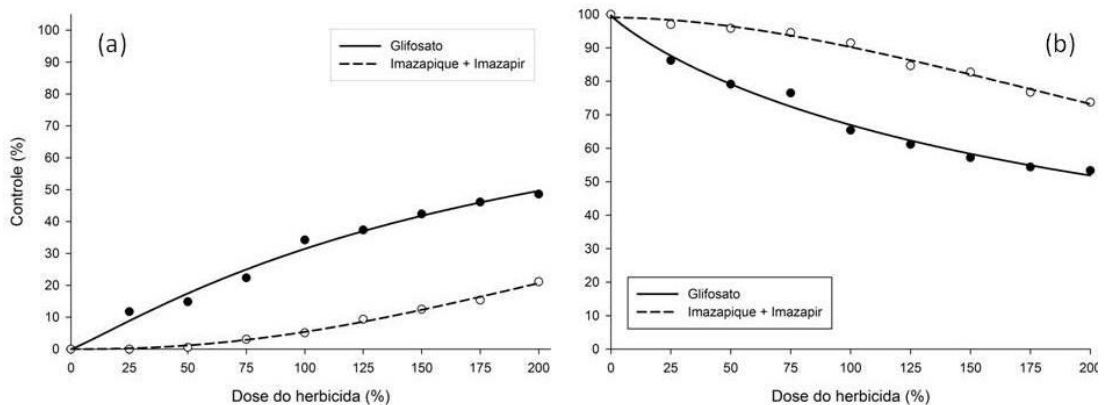


Figura 4 - Percentual de controle (a) e redução da biomassa (b) de plantas perenizadas de *Hymenachne amplexicaulis* por diferentes doses dos herbicidas imazapique ($175 \text{ g e.a. kg}^{-1}$) + imazapir ($525 \text{ g e.a. kg}^{-1}$) e glifosato ($480 \text{ g e.a. L}^{-1}$).

A mistura de imazapique e imazapir, mesmo na dose de 200%, causou leves injúrias nas folhas e colmos, com sintomas como clorose que evoluiu para nervuras arroxeadas e necrose, principalmente do ápice foliar, porém, sem causar a morte das plantas. Os valores do C_{50} e do BS_{50} , 310 e 351% (

Tabela 8), superiores aos encontrados para o glifosato, evidenciam a menor sensibilidade das plantas perenizadas de capim-capivara ao herbicida, contudo, a ausência de controle pode estar limitada às doses utilizadas no experimento, para ambos os herbicidas.

Tabela 8 - Parâmetros estimados para as equações de resposta de plantas cultivadas de *Hymenachne amplexicaulis* às doses dos herbicidas imazapique (175 g e.a. kg⁻¹) + imazapir (525 g e.a. kg⁻¹) e glifosato (480 g e.a. L⁻¹). Santa Maria-RS, 2010.

| Herbicidas | a | b | x ₀ | R ² | P | Equação |
|---|-----------------------------------|---------------------|------------------------------------|----------------|---------|------------------|
| Parâmetros estimados para controle | | | | | | |
| Imazapique + Imazapir | 77,2029 (31,8314) ¹ | -2,2808 (0,1830) | 310,9012 ² (86,0718) | 0,9934 | <0,0001 | Log ³ |
| Glifosato | 97,0857 (21,5083) | -1,1268 (0,1312) | 192,2585 (72,9568) | 0,9854 | 0,0001 | Log |
| Parâmetros estimados para biomassa seca | | | | | | |
| Imazapique + Imazapir | 99,0204 (0,9423) | 1,8487 (0,2105) | 351,5283 ⁴ (26,3432) | 0,9815 | <0,0001 | Log |
| Glifosato | 99,7084 (2,0325) | 0,9148 (0,0858) | 218,3986 (15,0396) | 0,9832 | <0,0001 | Log |

¹ Valores entre parêntese correspondem ao erro padrão do parâmetro. ² Dose do herbicida (% da dose referência) que causa 50% de controle (C₅₀) em plantas de *H. amplexicaulis*. ³ Equação logística de três parâmetros $y = \frac{a}{1 + (\frac{x}{x_0})^b}$. ⁴ Dose do herbicida (% da dose referência) que causa 50% de redução de massa da biomassa seca (BS₅₀) da parte aérea de plantas de *H. amplexicaulis*.

A maior redução da biomassa seca das plantas de capim-capivara tratadas com glifosato no período avaliado, pode ser explicada pela maior velocidade de controle desse herbicida, se comparado a mistura formulada utilizada, pois o mesmo interrompe o ciclo do carbono no cloroplasto, causando redução na síntese de carboidratos e diminuindo o transporte destes para os drenos (SATCHIVI et al., 2000). Segundo Taiz e Zeiger (2004), o glifosato se movimenta muito rápido pela planta, e esse movimento está associado às velocidades de transporte de açúcares no floema, que são elevadas. Em contrapartida, ao avaliar o controle de *Brachiaria subquadripata* e *B. mutica*, Carbonari et al. (2003) constataram que o controle proporcionado pelo imazapir é bastante lento, porém, sempre crescente.

De acordo com Charleston (2006), na Austrália, o glifosato é o principal herbicida utilizado para o controle químico de *H. amplexicaulis*, entretanto, sua eficácia pode ser variável, e em alguns casos, de apenas 50%, assim, as infestações são monitoradas e novamente tratadas a cada três meses. Segundo Diaz et al. (2003), pesquisas conduzidas na Universidade da Flórida mostraram que 4260 g e.a. ha⁻¹ de glifosato ou 1121 g i.a. ha⁻¹ de imazapir promoveram controle superior a 90%, três meses após o tratamento. Ainda segundo os autores, quando tratadas com glifosato, verifica-se rebrotamento das plantas, enquanto que o controle proporcionado por imazapir é mais duradouro, podendo chegar a um ano ou mais, conforme condições ambientais (ISMAIL; AHMAD, 1994).

Conclusões

Os resultados comprovam a necessidade de doses maiores do que o normalmente recomendado para gramíneas perenes, para o controle satisfatório do capim-capivara, e permitem concluir que plantas de *H. amplexicaulis* em estádios juvenis de desenvolvimento são sensíveis aos herbicidas testados, entretanto, nas doses avaliadas, somente glifosato e a mistura formulada de imazapir e imazapir causam a morte das plantas. Em plantas perenizadas, as doses testadas desses herbicidas não proporcionam controle satisfatório, evidenciando a dificuldade de controle dessa planta daninha, quando em estádios avançados de desenvolvimento.

Referências

AMILIBIA, E.P., et al. **Controle químico da grama-boiadeira na cultura do arroz irrigado**. 2007. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20070919130022.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2010.

ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. (Eds.). Arroz irrigado no sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.

ANTEN, N.P.R., et al. Nitrogen distribution and leaf area indices in relation to photosynthetic nitrogen use efficiency in savanna grasses. **Plant Ecology**, v.138, p. 63-75, 1998.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 fev 2010.

CAPITÂNIO, J. et al. Eficiência agrônômica de herbicidas aplicados em pós-emergência, no controle de capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) sobre taipas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3. E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003. Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: Epagri,. 2003. p.706-708

CARBONARI, C.A., et al. Controle de *Brachiaria subquadripata* e *Brachiaria mutica* através de diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta daninha**, v. 21, n. spe, 2003 .

CHARLESTON, K. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) management. Control methods and case studies**. 2006. Disponível em: <<http://resourceeconomics.cqu.edu.au/FCWViewer/getFile.do?id=7443>>. Acesso em: março de 2010.

CSURHES S.M., et al. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) in Queensland**. Pest Status Review Series. Land Protection Dept. of Nat. Resour. Queensland, Australia, 43 p. 1999. Disponível em: <www.nrm.qld.gov.au/pests/psas/pdfs/Hymenachne.pdf>. Acesso em: janeiro de 2010.

DIAS-FILHO, M.B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. de; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. de (Ed.). 22o Simpósio sobre manejo de pastagem. **Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.71-93.

DIAZ, R., et al. **Exotics in the Wetlands: West Indian Marsh Grass**. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN49100.pdf>. Acesso em dez. 2010.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. **Research methods in weed science**. 3.ed. Champaign: 1986. p. 29-45.

HETHERINGTON, P. et al. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. **Journal Experimental Botany**, v. 50, p. 1567-1576, 1998.

ISMAIL, B.S.; AHMAD, A.R. Attenuation of the herbicidal activities of glufosinate-ammonium and imazapyr in two soils. **Agriculture Ecosystems Environmental**, v.47, p.279-285, 1994.

JIMÉNEZ E.G.; ESCOBAR A. Flood adaptations and productivity of Savanna grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 13, 1977. p. 3-5. 1977. Leipzig, German Democratic Republic. **Anais...** 1977. p. 3-5

JORDAN, D.L. et al. Comparison of graminicides applied at equivalent costs in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 11, n. 4, p. 804-809, 1997.

KIBBLER, H.; BAHNISCH, L.M. Physiological adaptations of *Hymenachne amplexicaulis* to flooding. **Australian Journal of Agricultural Research**, Callingwood, v.39, p.429-435, 1999.

KINNEAR, S., et al. **Ecological, economic and social considerations of spray control for Hymenachne**. Technical Summary, 11 p., 2008. Disponível em <http://lwa.gov.au/node/2589>, acesso em fevereiro de 2010.

MARTINS, D. et al . Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Light-RJ. **Planta daninha**, v. 21, n. spe, 2003.

MEDINA E.; MOTTA N. Metabolism and distribution of grasses in tropical flooded savannas in Venezuela. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, p. 77–89, 1990

MENEZES, V.G.; RAMIREZ, H.B. Controle de capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) e capim capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) com o herbicida Clincher em arroz no sistema de cultivo pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 3. e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25, 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.507-509

SATICHIVI, N. et al. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. **Weed Science**, v. 48, p. 675-679, 2000.

SEEFELDT, S.S., et al. Loglogistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, v. 9, n. 2, p. 218-227, 1995.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/Sociedade Sul-Brasileira de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159p.

STURZA, V. S. et al. Valor nutritivo do capim-capivara, em áreas de várzea, na região Central do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010. Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. P.1203-1207.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. São Paulo: Artmed, 2002. 719 p.

WENDLER, C.A., et al. Effect of glufosinate (phosphinothricin) and inhibitors of photorespiration on photosynthesis and ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activity. **Journal of Plant Physiology**, v. 139, p. 666-671, 1992.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hymenachne amplexicaulis está entre as plantas daninhas que apresentam maior dificuldade de controle na cultura do arroz irrigado, principalmente por ser perene, e, portanto, possuir estruturas de reserva que possibilitam seu rebrotamento a cada nova estação de crescimento, assim como, após estresses como geada, déficit hídrico e a aplicação de herbicidas. Sua adaptação a ambientes úmidos e alagados, aliada a eficiência metabólica em utilizar os nutrientes, favorece seu estabelecimento, crescimento e dispersão.

Devido a tais características, o ambiente da lavoura arrozeira fornece as condições necessárias para a infestação por esta planta daninha, e práticas de manejo que tenham como consequência, a fragmentação dos rizomas e estolões, em associação com solo úmido, aumentam consideravelmente a sua população. As sementes, ao serem transportadas pela água de irrigação, animais, pessoas e implementos agrícolas, se dispersam com facilidade, ampliando a presença do capim-capivara para novas áreas.

No caso de *H. amplexicaulis*, diferentemente de outras gramíneas com propagação vegetativa predominante, as sementes possuem alta viabilidade e sua dormência parece ser facilmente superada pelas condições ambientais da lavoura arrozeira, como a disponibilidade de água, visto que, os experimentos comprovam que a hidratação das sementes promove sua germinação, seja pela absorção da quantidade de água necessária para desencadear tal processo ou ainda pela diluição ou remoção dos compostos causadores da dormência, presentes em suas glumas.

O elevado percentual de germinação, aliado a condições como elevados níveis de fertilidade, temperatura adequada e disponibilidade hídrica e de luz favorecem o rápido estabelecimento de novas plantas, capazes, pelo crescimento rápido dos colmos, a fim de expor as folhas, de tolerar a inundação causada pelo estabelecimento da lâmina d'água definitiva. Tais condições ambientais favorecem ainda, o acúmulo de reservas pelas plantas.

O controle químico pode ser facilitado se as plantas estiverem em estágio inicial de crescimento, ou tiverem seu sistema de reserva enfraquecido, como o causado por práticas de manejo como gradagens em solo seco, com exposição dos

fragmentos a elevadas temperaturas ou aplicações sequenciais de herbicidas, como o demonstrado nesse trabalho, onde plantas em estádios juvenis, com colmo principal com duas a três folhas e até três perfilhos, impõem menor dificuldade de controle. O contrário também foi verificado, comprovando que plantas perenizadas exigem maiores doses, apresentando maior resistência ao controle químico, com possibilidade de rebrotamento.

A aplicação de herbicidas pouco eficientes para o controle de plantas daninhas perenes e o controle de invasoras altamente competitivas, como o capim-arroz e o arroz vermelho, favorecem, indiretamente, a competição de *H. amplexicaulis* como arroz irrigado e alguns sistemas de cultivo, como o mínimo, a semeadura direta e o pré-germinado permitirem o estabelecimento ou rebrota das plantas de capim-capivara antes do estabelecimento da cultura. Pelo exposto, as áreas cultivadas com arroz irrigado, infestadas por essa planta daninha tendem a aumentar ainda mais.

REFERÊNCIAS GERAIS

AGRICULTURE & RESOURCE MANAGEMENT COUNCIL OF AUSTRALIA & NEW ZEALAND, AUSTRALIAN & NEW ZEALAND ENVIRONMENT & CONSERVATION COUNCIL AND FORESTRY MINISTERS, (2000) **Weeds of National Significance *Hymenachne (Hymenachne amplexicaulis)* Strategic Plan**. National Weeds Strategy Executive Committee, Launceston. Disponível: http://www.dpi.qld.gov.au/documents/Biosecurity_EnvironmentalPests/IPA-Hymenachne-Nsplan.pdf. Acesso em: 12 de dez. 2010.

AMILÍBIA, E., et al. Controle químico da grama-boiadeira na cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5. E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27, 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Ed Palotti, 2007. v. II. p. 227-229.

ANDRADE, A.C.S., et al. Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 465-469, 1997.

ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. (Eds.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.

ANTEL N.P.R.; WERGER, M.J.A.; MEDINA, E. Nitrogen distribution and leaf area indices in relation to photosynthetic nitrogen use efficiency in savanna grasses. **Plant Ecology**, v.138, p. 63-75, 1998.

BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, v.61, n.1, p.61-69, 2002.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination, 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BIANCHETTI, A. Tratamentos pré-germinativos para sementes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia, 1989. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 237-246.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010. Disponível em:

<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 fev 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CABRERA, F.T. **Economía Agrícola**. 2007. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF), Santo Domingo, R.D. Disponível em: http://www.elportalagricola.com/index.php?option=com_content&view=article&id=550&catid=99&Itemid=94. Acesso em: 12 de dezembro de 2010.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, v.21, n.6, p.926-933, 1981.

CAMPBELL, S.D.; CARTER, E.A.; SETTER, M.J. Germination of *Hymenachne amplexicaulis* and *H. acutigluma* under contrasting light, temperature and nitrate regimes. **Plant Protection Quarterly**, v. 24, n. 1, p. 10-14, 2009.

CAPITÂNIO, J. et al. Eficiência agrônômica de herbicidas aplicados em pós-emergência, no controle de capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) sobre taipas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3. E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003. Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: Epagri,. 2003. p.706-708

CARBONARI, C.A., et al. Controle de *Brachiaria subquadripata* e *Brachiaria mutica* através de diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta daninha**, v. 21, n. spe, 2003 .

CARNEIRO, J.W.P.; MARQUES, F.V. Influência da retirada da cobertura protetora no desempenho de dois lotes de sementes de capim braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES. 4., Brasília, 1985. **Resumos**. Brasília, ABRATES, 1985. p.81.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CAVERS, P.B., et al. The thistles: a spectrum of seed banks. **Aspects of Applied Biology**, v. 51, p. 135-141, 1998.

CHARLESTON, K. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) management.** Control methods and case studies. 2006. Disponível em: <<http://resourceeconomics.cqu.edu.au/FCWViewer/getFile.do?id=7443>>. Acesso em: março de 2010.

COSTA, M. Uso de imagens de radar para o cálculo da produção primária de plantas aquáticas nas várzeas da Amazônia. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 35, n. 2, June 2005 .

CSURHES S.M., et al. **Hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*) in Queensland.** Pest Status Review Series. Land Protection Dept. of Nat. Resour. Queensland, Australia, 43 p. 1999. Disponível em: <www.nrm.qld.gov.au/pests/psas/pdfs/Hymenachne.pdf>. Acesso em: janeiro de 2010.

CSURHES S.M.; EDWARDS, R. **Potential environmental weeds in Australia:** candidate species for preventative control. Queensland Department Natural Resources. p. 168-169, 1998.

DELOUCHE, J.C. **Seed dormancy in Gramineae.** Mississippi, MSU, 1960. 20p.

DELOUCHE, J.C., et al. **O teste de tetrazólio para a viabilidade da semente.** Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.

DIAS, D.C.F.S. Dormência em sementes: mecanismos de sobrevivência das espécies. **Seed News**, v.4, p.1-4, 2005.

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, 2008.

DIAS-FILHO, M.B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. de; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. de (Ed.). 22o Simpósio sobre manejo de pastagem. **Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.71-93.

DIAZ, R., et al. **Exotics in the Wetlands:** West Indian Marsh Grass. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN49100.pdf>. Acesso em dez. 2010.

EDWARDS, M.M. Seed dormancy and seed environment internal oxygen relationship. In: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed Ecology**. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1973. p.169-188.

EIRA, M.T.S. Comparação de métodos de quebra de dormência de sementes de Capim Andropogon. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 3, p. 37-49, 1983.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.; MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ENRIQUEZ-QUIROZ, J.F., et al. Azuche, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, forage genetic resources for floodplains in tropical Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 1405-1412, 2006.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.,

FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8.5, p.1-28.

FRANKE, L.B.; NABINGER, C.; Avaliação da germinação de seis acessos de *Paspalum notatum* Flüggé, nativos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.1, p.102-107, 1996.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. **Research methods in weed science**. 3.ed. Champaign: 1986. p. 29-45.

HETHERINGTON, P. et al. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. **Journal Experimental Botany**, v. 50, p. 1567-1576, 1998.

HILL, K. U. *Hymenachne amplexicaulis*: A review of the literature and summary of work in Florida. 1996. Disponível em <http://www.naples.net/~kuh/hymen.htm>, aceso em fevereiro de 2010.

HOLM L., et al. **A geographical atlas of world weeds**. New York: John Wiley & Sons. 391 p. 1979.

HOWARD, R.A. **Flora of the Lesser Antilles**. Jamaica Plain (MA): Harvard University Press. 586 p. 1979

ISMAIL, B.S.; AHMAD, A.R. Attenuation of the herbicidal activities of glufosinate-ammonium and imazapyr in two soils. **Agriculture Ecosystems Environmental**, v.47, p.279-285, 1994.

JARK FILHO, W. **Estudo sobre a quebra de dormência em sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf**. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1976. 63p. Dissertação de Mestrado.

JIMÉNEZ, E.G.; ESCOBAR, A. Flood adaptations and productivity of Savanna grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 13, 1977. p. 3-5. 1977. Leipzig, German Democratic Republic. **Anais...** 1977. p. 3-5

JORDAN, D.L. et al. Comparison of graminicides applied at equivalent costs in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 11, n. 4, p. 804-809, 1997.

KIBBLER, H.; BAHNISCH, L.M. Physiological adaptations of *Hymenachne amplexicaulis* to flooding. **Australian Journal of Agricultural Research**, Callingwood, v.39, p.429-435, 1999.

KINNEAR, S., et al. **Ecological, economic and social considerations of spray control for *Hymenachne***. Technical Summary, 11 p., 2008. Disponível em <http://lwa.gov.au/node/2589>, acesso em fevereiro de 2010.

KOSCHORRECK, M.; DARWICH, A. Nitrogen dynamics in seasonally flooded soils in the Amazon floodplain. **Wetland, Ecology and Management**. 11: 317–330. 1979

LACERDA, M.J.R., et al. Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu". **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 823-828, out./dez. 2010

LAND & WATER AUSTRALIA. **Ecological, economic and social considerations of spray control for *Hymenachne***. 2008. Disponível em: <http://lwa.gov.au/node/2589>. Acesso: abr. de 2001.

LIMA, S.M.P., et al. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) sob condições ideais de estresse térmico. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.3, p.505-14, 2004.

LODHI, M.A.K. Germination and decreased growth of *Kochia scoparia* in relation to its antoallelopathy. **Canadian Journal of Botany**, v.57, p.1083-1088, 1982.

LULA, A.A., et al. Estudos de agentes químicos na quebra de dormência de sementes de *Paspalum paniculatum* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.2, p.358-366, 2000.

MACIEL, A.S.; BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G. Determinação da presença de fenóis em sementes de espécies florestais e sua relação com inibidores de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n.1, p.1-8, 1992.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176- 177. 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v.12, 2005. p.383-427.

MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1, Piracicaba, 1986. **Trabalhos apresentados**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.

MARTINS, C.C.; SILVA, W.R. Superação da dormência de sementes de capim colômbio. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 77-84, 1998.

MARTINS, D. et al . Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Light-RJ. **Planta daninha**, v. 21, n. spe, 2003.

MCIVOR, J.G.; HOWDEN, S.M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**, v. 25, n. 3, p. 214-222, 2000.

MEDINA E.; MOTTA N. Metabolism and distribution of grasses in tropical flooded savannas in Venezuela. **Journal Tropical Ecology**, v. 6, p. 77-89, 1990.

MENEZES, V.G.; RAMIREZ, H.B. Controle de capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) e capim capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) com o herbicida Clincher em arroz no sistema de cultivo pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 3. e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25, 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.507-509.

MOORE, R.P. **Tetrazolium testing handbook**. Raleigh: North Carolina State University, 1977. Paginação irregular.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; GOMES, R.B.R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, 2006 .

OVERHOLT, W.A. *Hymenachne amplexicaulis*, an invasive semi-aquatic grass from South America, and its herbivore, *Ischnodemus variegates*. 2001. Disponível em: www.kgioeli.ifas.ufl.edu/Hymenachne.pdf. Acesso em junho de 2010.

PEREZ GARCÍA, F. Effect of the origin of the cypsela on germination of *Onopordum acanthium* L. (Asteraceae). **Seed Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 187-195, 1993.

QUERO-CARRILLO, A.R., et al. Pastizal, pastoreo, conservación y sociedad en Mexico. In: GARCÍA-MOYA, E.; HUBBER-SANNWALD, E. (eds). **Una visión integral, Los pastizales en Mexico**. 2005. 36p.

REHMAN, S., et al. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.45-57, 1996.

RENARD, C.; CAPELLE, P. Seed germination in Ruzizi Grass (*Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard). **Austral Journal of Botany**, v. 24, n.4, p.437-446, 1976.
ROBERTS, E.H.; MURDOCH, A.J.; ELLIS, R.H. **The interaction of environmental factors on seed dormancy**. Proceedings 1987 British Crop Protection Conference Weeds, Brighton. 1987. p.687-694.

RODRIGUES, B.N.; PITELLI, R.A. Quebra de dormência em sementes de *Commelina benghalensis*. **Planta Daninha**, v.12, n.2, p.106-110, 1994.

SAMPAIO, L.S.V., et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 184-190, 2001.

SATICHIVI, N. et al. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. **Weed Science**, v. 48, p. 675-679, 2000.

SEEFELDT, S.S., et al. Loglogistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, v. 9, n. 2, p. 218-227, 1995.

SILVA, M.P.; MAURO, R. Utilización de pasturas nativas por mamíferos herbívoros en el pantanal. **Archivos Zootecnicos**, 51: 161-173. 2005.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/Sociedade Sul-Brasileira de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159p.

STURZA, V. S. et al. Valor nutritivo do capim-capivara, em áreas de várzea, na região Central do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010. Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. P.1203-1207.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. São Paulo: Artmed, 2002. 719 p.

TAYLORSON, R.B.; HENDRICKS, S.B. Dormancy in seeds. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p331-354, 1977.

VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R.V. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.8.1-1 8.1-13.

VIVIAN, R., et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – breve revisão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

WARD, D.B. **Checklist of the vascular flora of Florida**. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). Tech. Bull. 726. 1968, 72p.

WENDLER, C.A., et al. Effect of glufosinate (phosphinothricin) and inhibitors of photorespiration on photosynthesis and ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activity. **Journal of Plant Physiology**, v. 139, p. 666-671, 1992.

WILDEN, J.H.; CHAPMAN, D.G. **Ponded pasture systems** – Capitalising on available water. Qld. Dep. Prim. Industries, Australia. 1987

WILDEN, J.H.; ORAM, R.N. Register of Australian Herbage plant cultivars *Hymenachne amplexicaulis*. (Rudge) Nees (Hymenachne) cv. Olive. **Austral Journal Experimental Agriculture**. 29: 293. 1989.

WILDIN, J.H. Register of Australian plant cultivars. **Tropical Grasslands Journal** 22:190. 1988.

WILLEMSEN, R.W.; RICE, E.L. Mechanism of seed dormancy in *Ambrosia artemisiifolia*. **American Journal of Botany**, v.59, p.248-257, 1972.

APÊNDICES



Apêndice A - Detalhe da aurícula amplexicaule e espaços internervais mais claros, em folhas de *Hymenachne amplexicaulis*. Formigueiro-RS, 2010. Fonte: Keli Souza da Silva.



Apêndice B - Detalhe da cariopse, sem as glumas, de *Hymenachne amplexicaulis*. Santa Maria-RS, 2010. Fonte: Keli Souza da Silva