

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA
ISSN 0104-9070

Volume 14

Número 1

2008

Sumário / Table of contents

Artigos Científicos/Papers
Seção Agronomia/Agronomy

Comprimento e arquitetura de raízes de genótipos de arroz irrigado por inundação em solução nutritiva e sua relação com a absorção de nutrientes e produção de matéria seca

Root length and architecture of paddy rice genotypes in nutrient solution and their relationship with nutrient uptake and dry matter yield

André Dabdab Abichequer, Humberto Bohnen 7

Morfologia e distribuição de raízes de arroz irrigado por inundação e sua relação com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos

Root morphology and distribution of paddy rice and their relationship with nutrient uptake and grain yield

André Dabdab Abichequer, Humberto Bohnen 13

Influência da salinidade dos substratos na germinação das sementes de fumo (*Nicotiana tabacum*)

Influency of substrate salinity in seeds germination and production tobacco seedlings (*Nicotiana tabacum*)

Candice Schymit Faccini, Maria Angélica Moreira Silveira, Carlos Saraiva Osório, Ana Paula Moreira da Silva 21

Avaliação da desfolha na produtividade do tomateiro

Evaluation of defoliation on tomato yield

Bernadete Radin, Bruno Brito Lisboa, Ronaldo Matzenauer, Nídio Antonio Barni 27

Influência da densidade e velocidade de semeadura no crescimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), em semeadura direta

Seeding rate and velocity influence on oat (*Avena strigosa* schreb.) growth, under no-tillage conditions

Jorge Dubal Martins, Henrique Debiasi, Evandro Luiz Missio 33

Levantamento populacional de percevejos e da incidência de parasitóides de ovos em cultivos orgânicos de soja

A population survey of stinkbugs and incidence of egg parasitoids in organic soybean fields

Régis Sivori Silva dos Santos 41

Seção Recursos Naturais Renováveis/Renewable Natural Resources

Qualidade fisiológica de sementes de murta (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg - Myrtaceae) durante armazenamento

Physiological seeds quality of murta (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg - Myrtaceae) and viability during storage

Anaise Costa Calil, Cristina Leonhardt, Vanessa Savian da Silva, Luana dos Santos de Souza 47

Comunicado Técnico/Note

América Tardia: nova variedade de ameixeira

Late America: new plum cultivar

Etnar Osmar Grellmann, Paulo Roberto Simonetto, Lia Rosane Rodrigues 53

Influência de processos de escarificação na embebição e germinação de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S.
Irwin & Barneby

Influence of scarification processes on imbibition and germination of *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. irwin & Barneby

Fernanda dos Santos, Gilson Schlindwein, Maria Gorete Rossoni, Augusto Cruz de Azambuja 57

Viabilidade de sementes armazenadas de frutos imaturos de jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius* Lem. -
RUTACEAE)

Viability of stored seeds from immature fruits of jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius* Lem. - RUTACEAE)

Anaise Costa Calil, Cristina Leonhardt, Luana dos Santos de Souza, Vanessa Savian da Silva 63

Efeitos do fenômeno ENOS sobre a evapotranspiração de referência na região do Planalto Médio do Rio
Grande do Sul, Brasil

Effects of ENOS phenomenon over reference evapotranspiration in region of Planalto Médio of Rio Grande do Sul State, Brazil

Ronaldo Matzenauer, Moacir Antonio Berlato, Márcia dos Reis Sampaio, Júlio Kuhn da Trindade 67

Comprimento e arquitetura de raízes de genótipos de arroz irrigado por inundação em solução nutritiva e sua relação com absorção de nutrientes e produção de matéria seca¹

André Dabdab Abichequer², Humberto Bohnen³

Resumo - A obtenção de maior rendimento de grãos na cultura do arroz irrigado por inundação (*Oryza sativa* L.) é necessária, para que a cultura seja viável economicamente e cause menor impacto ambiental, pela menor demanda de área de cultivo. Uma das formas de aumentar o rendimento do arroz é o desenvolvimento de genótipos mais eficientes na absorção de nutrientes, o que pode estar relacionado com a morfologia, arquitetura e distribuição do sistema radicular no solo. Conduziu-se um experimento em solução nutritiva, em casa-de-vegetação, comparando os genótipos IRGA 417 e IRGA 419 (modernos), EEA 406 (tradicional), Avaxi (híbrido, RiceTec) e Bluebelle (americano) quanto ao comprimento e arquitetura das raízes, absorção de nutrientes (P e K) e produção de matéria seca, no estágio V 8 a V 10. A variedade IRGA 417 desenvolveu raízes mais compridas, enquanto IRGA 419 e Bluebelle apresentaram menor comprimento. O híbrido Avaxi desenvolveu raízes de distribuição mais superficial, enquanto EEA 406 e Bluebelle apresentaram raízes mais profundas. O híbrido Avaxi, com raízes de comprimento semelhante à IRGA 417, apresentou maior absorção de P e K e maior produção de matéria seca da parte aérea e total. O comprimento das raízes relacionou-se com a absorção de P e K e a produção de matéria seca, com vantagem para plantas com raízes mais compridas.

Termos de indexação: morfologia de raízes, nutrição vegetal, *Oryza sativa* L.

Root length and architecture of paddy rice genotypes in nutrient solution and their relationship with nutrient uptake and dry matter yield

Abstract - The obtaining of higher grain yield in paddy rice (*Oryza sativa* L.) is necessary to increase economic gain and to reduce environmental impact, due to lower area demand. Yield increases can be obtained with the development of more efficient genotypes in nutrient uptake, that can be related to root morphology, architecture and distribution in soil. A greenhouse experiment was conducted, in nutrient solution, to compare genotypes IRGA 417 and IRGA 419 (modern), EEA 406 (traditional), Avaxi (hybrid, RiceTec) and Bluebelle (american) in relation to root length and architecture, nutrient uptake (P and K) and dry matter yield, in growth stage V 8 to V 10. IRGA 417 developed longer roots, while IRGA 419 and Bluebelle had shorter roots. Avaxi developed more superficial roots, while EEA 406 and Bluebelle developed deeper roots. Avaxi, with root length similar to IRGA 417, had greater P and K uptake and greater shoot and total dry matter yield. There was relationship between root length and nutrient uptake and dry matter yield, with advantage to plants with longer roots.

Index terms: root morphology, plant nutrition, *Oryza sativa* L.

¹ Parte do trabalho de tese do primeiro autor, para obtenção do título de Doutor em Ciência do Solo na Faculdade de Agronomia da UFRGS. Recebido para publicação em

² Eng. Agr., Dr., Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). Rua Gonçalves Dias 570, CEP 90130-060, Porto Alegre (RS). E-mail : andre-abichequer@fepagro.rs.gov.br

³ Eng. Agr., PhD., Colaborador Convocado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Caixa Postal 776, CEP 90001-970, Porto Alegre (RS).
Recebido para publicação em 03/10/2006

Introdução

A cultura do arroz irrigado por inundação é uma das mais importantes no Rio Grande do Sul, abrangendo na safra 2004/2005 uma área de aproximadamente 1 000 000 ha. São colhidos no Estado cerca de 50% da produção nacional de arroz, com rendimento médio em torno de 6000 kg/ha. Sendo uma cultura irrigada, com grande utilização de insumos e mecanização agrícola, o arroz apresenta alto custo de produção. Assim, é necessário que a pesquisa e os produtores busquem o aumento do rendimento de grãos, para haver uma relação custo-benefício positiva no empreendimento. Além disto, a elevação do rendimento da cultura reduz seu impacto ambiental, ao diminuir a demanda por ampliação de área de cultivo. O rendimento médio obtido atualmente no Estado é bastante inferior ao potencial da cultura, que é de 12 000 kg/ha, segundo IRGA (2004).

Com relação à nutrição do arroz, aumentos de rendimento podem ser obtidos pelo manejo adequado da adubação e/ou pelo desenvolvimento de genótipos mais eficientes na absorção e utilização dos nutrientes. O aumento de rendimento provoca uma maior demanda nutricional, sendo necessário o desenvolvimento de plantas eficientes na absorção de nutrientes.

As diferenças entre espécies e variedades de plantas quanto à capacidade de absorver nutrientes são decorrentes da variação na magnitude e morfologia do sistema radicular e/ou na cinética de absorção de nutrientes (ANGHINONI et al., 1989). No campo, além desses aspectos, a distribuição das raízes ao longo do perfil do solo também é muito importante para a determinação da quantidade de nutrientes absorvidos pelo arroz. A arquitetura das raízes, definida como o arranjo espacial das mesmas, determina a tendência do sistema radicular atingir camadas mais profundas do solo ou localizar-se superficialmente. O uso de altas densidades de semeadura pode causar esgotamento de nutrientes pela competição entre raízes adjacentes, podendo ser vantajosa uma maior exploração de solo pelas raízes, atingindo camadas mais profundas. Segundo Morita e Yamazaki (1993), altos rendimentos de grãos de arroz estão relacionados com a dimensão e o padrão de distribuição do sistema radicular no solo, sendo vantajosa a distribuição das raízes em camadas mais profundas.

O crescimento das raízes é determinado pelo patrimônio genético da planta e pelas condições do solo. Maior absorção de nutrientes pode ser obtida pela seleção de genótipos com maior comprimento e maior área superficial de raízes. Segundo Teo e Beyrouy (1991), citados por Teo et al. (1995), a absorção de nutrientes distinguiu-se entre variedades de arroz irrigado devido à variação do comprimento das raízes das plantas, em casa-de-vegetação. Porém, no trabalho de Teo et al. (1995) não houve relação entre a morfologia radicular de três variedades de arroz e a absorção de N, P e K em experimento de campo. A variação de absorção observada foi atribuída a diferenças nos parâmetros cinéticos de absorção, determinados

em trabalho anterior (TEO et al., 1992). Em cultivo em solução nutritiva, Muhammad-Sabir et al. (2003) e Gill et al. (2002) observaram correlação positiva entre a matéria seca das raízes de genótipos de arroz e a absorção de K e P. No entanto, no trabalho de Samejima et al. (2005), linhagens de arroz de maior matéria seca e comprimento das raízes não apresentaram maior absorção de N do que a variedade IR 72, em experimento de campo. Anghinoni et al. (1989) avaliaram a morfologia radicular e a cinética de absorção de P, K, Ca e Mg de quatro variedades de arroz, em solução nutritiva. O arroz de sequeiro desenvolveu raízes de maior área superficial, seguido pelas variedades de cultivo irrigado BR-IRGA 409 (moderna) e EEA 406 (tradicional), com área superficial semelhante, e Bluebelle (americana), com sistema radicular de menor área. No entanto, a variedade Bluebelle apresentou parâmetros cinéticos mais favoráveis para a absorção de nutrientes do que as demais, compensando o menor desenvolvimento radicular.

O objetivo deste trabalho foi estudar a morfologia (comprimento das raízes) e a arquitetura das raízes de genótipos de arroz irrigado e a relação da morfologia das raízes com a absorção de nutrientes e a produção de matéria seca, como índice de rendimento das plantas.

Material e métodos

Realizou-se um experimento em solução nutritiva comparando cinco genótipos de arroz, tendo como suporte para as plantas poliestireno granulado. O trabalho foi realizado em solução nutritiva, meio de cultivo em que não há restrições ao crescimento radicular, com o propósito de avaliar a expressão genética do desenvolvimento das raízes dos genótipos. Foram utilizados os genótipos IRGA 417 e IRGA 419 (modernos, de porte baixo), EEA 406 (tradicional, de porte alto), Avaxi (híbrido, RiceTec, com tipo de planta semelhante ao moderno) e Bluebelle (americano), procurando abranger os diferentes tipos de cultivares.

Foram utilizados vasos de plástico com sete litros de capacidade, que foram preenchidos com poliestireno cristal granulado (Styron polystyrene, produzido por EDN Poliestireno do Sul Ltda.), material inerte e de densidade maior do que a da água, para criar um meio poroso de suporte para as raízes (Figura 1). Assim, considerou-se que as raízes desenvolveram-se com uma arquitetura mais próxima da que ocorre no solo. As sementes foram germinadas por dois dias em papel absorvente, a temperatura ambiente. Foi transplantada uma plântula com seis dias de idade para cada um dos 20 vasos utilizados, sendo a mesma fixada no próprio poliestireno. A composição da solução nutritiva foi idêntica à utilizada por Vahl et al. (1993), com as seguintes concentrações, em mmol/L: N-NH₄, 700; N-NO₃, 750; P, 96; K, 768; Ca, 1.000; Mg, 615; S, 993; Fe, 28; Mn, 1,2; Cu, 0,6; Zn, 0,5; Mo, 0,08; B, 29, e Cl, 1.922. A solução apresentou pH em torno de 5,3. Durante o cultivo, o volume de água perdido por transpiração foi repostado com água destilada a cada dois dias e a solução foi renovada semanalmente. Foi mantida uma lâmina de solução nutritiva de 1,5 a 3 centímetros

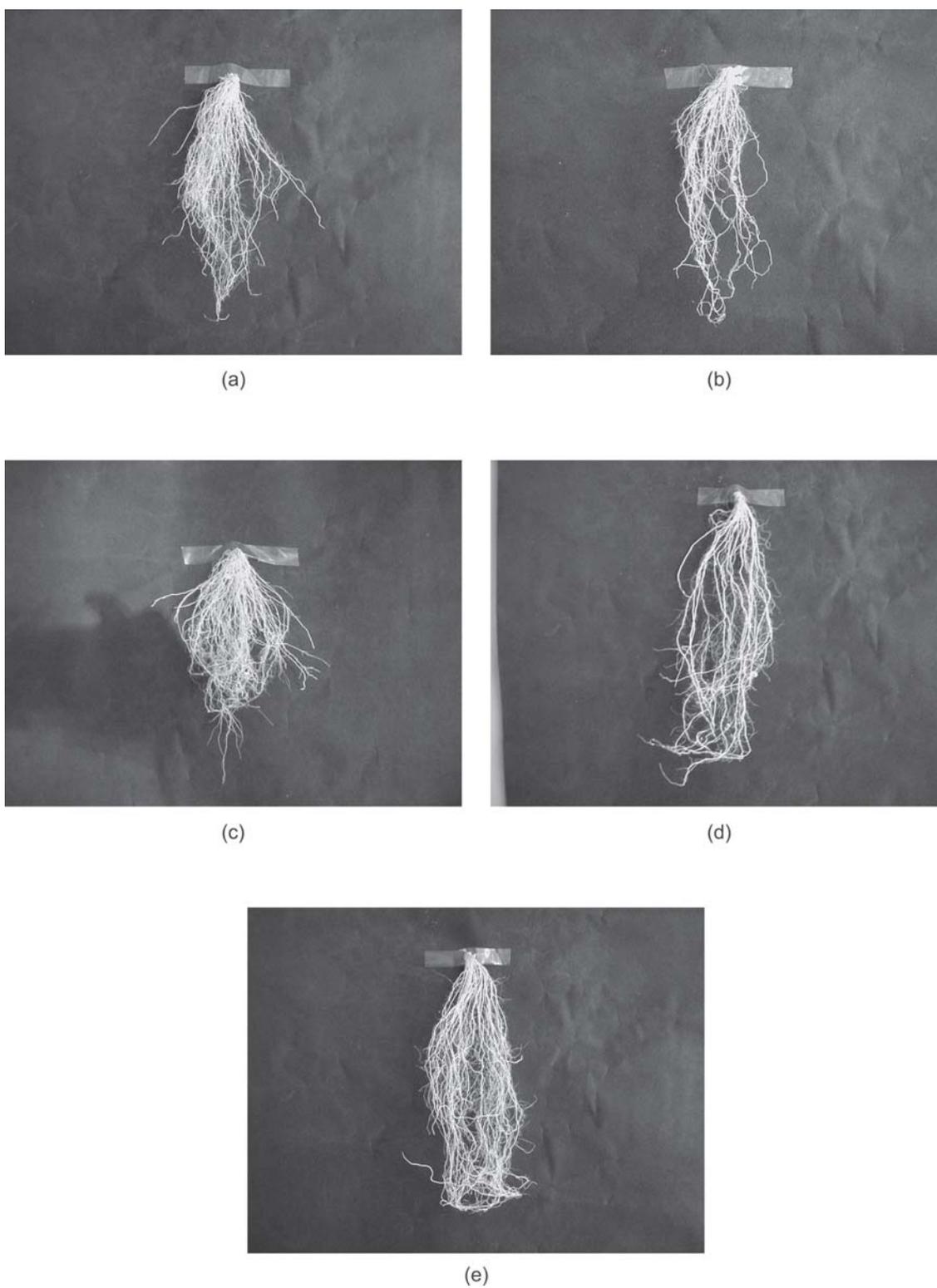


FIGURA 2 - Arquitetura de raízes de genótipos de arroz irrigado cultivados em solução nutritiva: IRGA 417 (a), IRGA 419 (b), Avaxi (c), Bluebelle (d) e EEA 406 (e)

acima do nível do poliestireno. Utilizou-se o delineamento completamente casualizado, com quatro repetições. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre – RS), nos meses de fevereiro e março de 2002.

As plantas foram cultivadas por 18 dias após o transplante. No momento da colheita, os genótipos IRGA 417 e Avaxi estavam no estágio de 10 folhas (V 10), segundo Counce et al. (2000), e os demais no estágio de 8 folhas (V 8). Na colheita retirou-se a parte aérea e os vasos com as raízes foram colocados em uma estufa a 60° C, com o objetivo de que as raízes secas mantivessem a arquitetura com que se desenvolveram. A seguir separou-se o poliestireno das raízes, que foram então fotografadas. As imagens obtidas foram usadas para a medição dos ângulos internos formados pelas raízes, para avaliação da arquitetura radicular. A arquitetura também foi avaliada pela medição da distância entre o ponto de inserção das raízes mais superficiais e a extremidade da raiz mais profunda, na posição em que se encontrava no vaso, como forma de avaliar o aprofundamento no vaso. A parte aérea e as raízes foram secadas em estufa a 60°C até peso constante, para a determinação da matéria seca. As raízes foram coloridas com corante rosa bengala e o seu comprimento foi avaliado pelo método de Tennant (1975). Foram determinados os teores de P e K na parte aérea, conforme Tedesco et al. (1995), como índices da capacidade das raízes em absorver estes nutrientes, que apresentam menor mobilidade no solo e são transportados por difusão, sendo sua absorção mais afetada pela morfologia e distribuição das raízes (BARBER, 1984).

Os resultados foram submetidos a análise da variância ($P < 0,05$), com a comparação entre médias dos tratamentos pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Também foram determinados os coeficientes de correlação entre o comprimento das raízes e a absorção de nutrientes e a produção de matéria seca.



FIGURA 1 - Poliestireno granulado utilizado como suporte para as plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva.

Resultados e discussão

Morfologia e arquitetura das raízes

A variedade IRGA 417 apresentou maior comprimento das raízes do que a IRGA 419 e a Bluebelle. O híbrido Avaxi e a variedade EEA 406 apresentaram comportamento intermediário, não se diferenciando estatisticamente da IRGA 417, mas não desenvolvendo raízes mais compridas do que a IRGA 419 e a Bluebelle (Tabela 1). No trabalho de Anghinoni et al. (1989) foram obtidos resultados semelhantes, em que a variedade moderna BR-IRGA 409 e a tradicional EEA 406 apresentaram maior comprimento e área superficial das raízes do que a Bluebelle, não se diferenciando entre si, sendo que a Bluebelle foi a variedade de sistema radicular de menor dimensão, das quatro testadas.

TABELA 1 - Comprimento, ângulo interno e aprofundamento das raízes de genótipos de arroz irrigado cultivados em solução nutritiva.

Genótipos	Comprimento	Ângulo	Aprofundamento
	cm/planta	°	cm
IRGA 417	4436 a	67 b	17,1 c
Avaxi	4142 ab	90 a	12,7 e
EEA 406	4126 ab	61 c	21,4 a
IRGA 419	3173 b	58 d	16,7 d
Bluebelle	3144 b	56 e	20,4 b

Médias de genótipos seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Obs.: Aprofundamento das raízes = distância entre o ponto de inserção das raízes mais superficiais e a extremidade da raiz mais profunda.

Todos os genótipos diferenciaram-se quanto à avaliação da arquitetura das raízes (Tabela 1 e Figura 2). O ângulo interno formado pelas raízes decresceu na seguinte ordem: Avaxi, IRGA 417, EEA 406, IRGA 419 e Bluebelle. Um maior ângulo interno indica a tendência da planta desenvolver raízes mais superficiais. Desta forma, analisando os extremos, o híbrido Avaxi apresentou a característica de desenvolver um sistema radicular mais superficial, enquanto a Bluebelle tendeu a aprofundar mais as raízes no solo. A distância da inserção das raízes até a extremidade da raiz mais profunda (aprofundamento) confirma, em termos gerais, os resultados do ângulo interno. O híbrido Avaxi desenvolveu raízes mais superficiais, enquanto a EEA 406 e a Bluebelle aprofundaram mais as raízes no vaso. Isto concorda com a observação de Yoshida et al. (1982), de que variedades de porte alto e com menor perfilhamento, como a EEA 406, tendem a desenvolver raízes mais profundas. O ângulo interno e o aprofundamento correlacionaram-se negativamente ($r = -0,696$, significativo a 1%), mostrando que o ângulo interno foi bom indicador da profundidade das raízes no vaso.

Absorção de nutrientes

A absorção de nutrientes foi avaliada pelo conteúdo de P e K presente na parte aérea das plantas (Tabela 2). Para ambos os nutrientes, o híbrido Avaxi apresentou maior conteúdo do que as outras variedades, que não se distinguiram entre si. O Avaxi apresentou o segundo maior comprimento das raízes em valores absolutos, não se diferenciando estatisticamente da IRGA 417 (Quadro 1), o que pode indicar uma relação entre comprimento das raízes e conteúdo de nutrientes na parte aérea. Isto é confirmado pela análise da correlação entre comprimento das raízes e conteúdo na parte aérea, cujos coeficientes foram $r = 0,676$ para o P e $r = 0,634$ para o K, ambos significativos a 1%. Teo e Beyrouy (1991), citados por Teo et al. (1995), também explicaram diferenças de absorção de nutrientes entre variedades de arroz irrigado pela variação do comprimento das raízes das plantas, em casa-de-vegetação. No entanto, Teo et al. (1995) não encontraram relação entre a morfologia radicular de três variedades de arroz e a absorção de N, P e K, avaliada pelo conteúdo dos nutrientes na parte aérea, em experimento de campo. Muhammad-Sabir et al. (2003) e Gill et al. (2002) observaram correlação positiva entre a matéria seca das raízes de genótipos de arroz e a absorção de K e P, em solução nutritiva.

TABELA 2 - Conteúdo de P e K na parte aérea de genótipos de arroz irrigado cultivados em solução nutritiva.

Genótipos	P	K
	----- mg/planta -----	
Avaxi	6,14 a	35,6 a
EEA 406	4,60 b	25,0 b
IRGA 417	4,50 b	25,1 b
IRGA 419	4,30 b	24,9 b
Bluebelle	4,08 b	18,9 b

Médias de genótipos seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

A avaliação da absorção de nutrientes nas condições deste trabalho é mais próxima da situação que ocorre no campo. As partículas de poliestireno, embora não interagindo com os íons presentes na solução, proporcionam um trajeto mais tortuoso para o movimento de água e íons em direção às raízes, semelhante ao que ocorre nos poros do solo. Além disto, como o arroz transporta oxigênio da parte aérea para as raízes através do aerênquima, não foi necessário utilizar aeração da solução nutritiva. A agitação da solução provocada pela aeração transporta os nutrientes até a superfície das raízes, diminuindo a importância da difusão (GERLOFF e GABELMAN, 1983). Contudo, é importante realizar a avaliação da absorção de nutrientes pelos genótipos de arroz em experimento em solo. No solo diversos fatores podem alterar a resposta dos genótipos quanto à absorção de nutrientes. Um deles é a interação dos íons com os colóides do solo (argila e matéria orgânica), que podem atuar tanto dificultando o suprimento

dos nutrientes, pela retenção dos mesmos, como sendo fonte de nutrientes e originando o poder tampão do solo, repondo os íons absorvidos à solução do solo. A possível presença de substâncias tóxicas (como Fe e H_2S) no solo anaeróbico prejudica a absorção de nutrientes e o desenvolvimento radicular. Outros fatores são a atividade de microrganismos, que participam da decomposição da matéria orgânica e de reações de oxirredução de nutrientes, e impedimentos ao crescimento radicular (por exemplo, a existência de camadas compactadas). Além disto, no cultivo em solo ocorre exsudação de compostos orgânicos pelas raízes, como resposta à resistência à penetração oferecida pelo solo (MARSCHNER, 1986). Essa exsudação estimula a atividade microbiológica, que, por sua vez, afeta a disponibilidade dos nutrientes.

Produção de matéria seca

Os genótipos diferenciaram-se quanto à produção de matéria seca da parte aérea e matéria seca total, não havendo diferenças na produção de matéria seca das raízes (Tabela 3). O híbrido Avaxi apresentou maior produção de matéria seca da parte aérea e a variedade Bluebelle menor produção, com as demais em posição intermediária. Quanto à matéria seca total, o Avaxi produziu maior quantidade, com os demais genótipos não se diferenciando estatisticamente. O Avaxi, com um sistema radicular de maior comprimento (similar ao da IRGA 417), produziu maior quantidade de matéria seca. Já a Bluebelle desenvolveu raízes de menor comprimento em valores absolutos, inferior estatisticamente ao da IRGA 417, e apresentou a menor produção de matéria seca da parte aérea, sendo também inferior ao Avaxi quanto à produção de matéria seca total. A análise da correlação confirma a existência de relação entre comprimento das raízes e matéria seca da parte aérea ($r = 0,697$, significativo a 1%) e entre comprimento das raízes e matéria seca total ($r = 0,725$, significativo a 1%). Teo et al. (1995) não observaram diferenças quanto ao comprimento das raízes de três variedades de arroz e também não encontraram diferenças na produção de matéria seca da parte aérea e total.

As variedades Avaxi e IRGA 419 apresentaram maior relação parte aérea/raiz (Tabela 3). A EEA 406 e a Bluebelle tiveram os menores valores dessa relação, mostrando a maior alocação de recursos da planta para o crescimento radicular por estas variedades. Segundo Morita e Yamazaki (1993), ocorre correlação positiva entre o desenvolvimento das raízes e da parte aérea do arroz.

TABELA 3 - Matéria seca (MS) produzida e relação parte aérea/raiz de genótipos de arroz irrigado cultivados em solução nutritiva.

Genótipos	M S parte aérea	M S raízes	M S total	Parte aérea/raiz
	----- g/planta -----			
Avaxi	0,95 a	0,22 a	1,16 a	4,44 a
IRGA 417	0,73 b	0,19 a	0,92 b	3,84 ab
EEA 406	0,67 b	0,20 a	0,87 b	3,41 b
IRGA 419	0,67 b	0,16 a	0,83 b	4,23 a
Bluebelle	0,49 c	0,21 a	0,70 b	2,49 c

Médias de genótipos seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Pelos resultados obtidos, pode-se especular que a obtenção de genótipos de arroz com sistema radicular mais desenvolvido resulte em aumento da absorção de nutrientes e do rendimento da cultura, o que melhoraria o desempenho econômico e ambiental do arroz. No entanto, estes resultados necessitam de confirmação em trabalho de campo, onde diversos fatores não presentes na solução nutritiva podem alterar o comportamento dos genótipos de arroz.

Conclusões

1. Os genótipos de arroz irrigado diferenciam-se quanto à morfologia e à arquitetura das raízes. Em termos gerais, os genótipos modernos (Avaxi, IRGA 417 e IRGA 419) apresentam arquitetura das raízes mais superficial e os antigos (EEA 406 e Bluebelle) arquitetura mais profunda. Quanto à morfologia das raízes, não foi observada relação do comprimento das raízes com o tipo de cultivar.

2. O trabalho indica a existência de relação da morfologia das raízes com a absorção de nutrientes e a produção de matéria seca pelos genótipos de arroz irrigado. Os resultados indicam que plantas com sistema radicular de maior comprimento podem absorver maior quantidade de nutrientes e produzir maior quantidade de matéria seca.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela estrutura disponibilizada para a realização do trabalho. Também agradecem ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e à empresa RiceTec Ltda., pelo fornecimento das sementes dos genótipos de arroz.

Referências

- ANGHINONI, I.; VOLKART, C. R.; FATTORE, N.; ERNANI, P. R. Morfologia de Raízes e Cinética de Absorção de Nutrientes em Diversas Espécies e Genótipos de Plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 355-361, 1989.
- BARBER, S. A. **Soil Nutrient Bioavailability**. New York: John Wiley and Sons, 1984. 398 p.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.
- GERLOFF, G. C.; GABELMAN, W. H. Genetic Basis of Inorganic Plant Nutrition. In: LÄUCHLI, A.; BIELESKI, R.L. (Eds.). **Inorganic Plant Nutrition**. New York: Springer-Verlag, 1983. p. 453-480.
- GILL, M. A.; SAJJAD-MANSOOR; TARIQ-AZIZ; RAHMATULLAH; AKHTAR, M.S. Differential Growth Response and Phosphorus Utilization Efficiency of Rice Genotypes. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 39, n. 2, p. 83-87, 2002.
- INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. Informações Institucionais, Técnicas, Notícias, Projetos, Publicações e Serviços. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 1 jun. 2004.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1986. 674 p.
- MORITA, S.; YAMAZAKI, K. Root System. In: MATSUO, T.; HOSHIKAWA, K. (Eds.). **Science of the Rice Plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1993. v.1. Morphology, p. 161-186.
- MUHAMMAD-SABIR; GILL, M. A.; RAHMATULLAH; TARIQ-AZIZ; MAQSOOD, M. A. Differences Among Rice Cultivars in Potassium Uptake and its Utilization. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 40, n. 3/4, p. 119-121, 2003.
- SAMEJIMA, H.; KONDO, M.; ITO, O.; NOZOE, T.; SHINANO, T.; OSAKI, M. Characterization of Root Systems with Respect to Morphological Traits and Nitrogen-absorbing Ability in the new Plant Type of Tropical Rice Lines. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 28, n. 5, p. 835-850, 2005.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de Solo, Planta e outros Materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. Boletim técnico, 5.
- TENNANT, D. A Test of a Modified Line Intersect Method of Estimating Root Length. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 63, p. 995-1000, 1975.
- TEO, Y. H.; BEYROUTY, C. A.; GBUR, E. E. Nitrogen, Phosphorus and Potassium Influx Kinetic Parameters of three Rice Cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 15, n. 4, p. 435-444, 1992.
- _____; _____. NORMAN, R. J.; GBUR, E. E. Nutrient Uptake Relationship to Root Characteristics of Rice. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 171, n. 2, p. 297-302, 1995.
- VAHL, L. C.; ANGHINONI, I.; VOLKWEISS, S. J. Cinética de Absorção de Potássio Afetada por Ferro, Cálcio e Magnésio em Genótipos de Arroz de Diferentes Sensibilidades à Toxicidade de Ferro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 269-273, 1993.
- YOSHIDA, Y.; BHATTARHACHARJEE, D. P.; CABUSLAY, G. S. Relationship between Plant Type and Root Growth in Rice. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 28, n. 4, p. 473-482, 1982.

Morfologia e distribuição de raízes de arroz irrigado por inundação e sua relação com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos¹

André Dabdab Abichequer² e Humberto Bohnen³

Resumo - O desenvolvimento de genótipos mais eficientes na absorção dos nutrientes é um dos fatores que pode levar ao aumento do rendimento do arroz irrigado por inundação (*Oryza sativa* L.), além de reduzir a necessidade de adubação, pela diminuição das perdas e melhor aproveitamento dos nutrientes. A eficiência de absorção de nutrientes pode estar relacionada com a morfologia e a distribuição do sistema radicular no solo. Conduziu-se um experimento de campo, num Gleissolo, em Cachoeirinha (RS), comparando-se genótipos de diferentes tipos de planta: IRGA 417 (moderno), EEA 406 (tradicional), Avaxi (híbrido, moderno) e Bluebelle (americano), quanto à densidade de raízes, área superficial e raio médio das raízes, absorção de nutrientes (P e K) e rendimento de grãos. A distribuição das raízes nas profundidades de 0 a 5, 5 a 20, 20 a 30 e 30 a 40 cm foi avaliada pelo método do monólito. Os genótipos diferenciaram-se quanto à morfologia e à distribuição das raízes, com 'Avaxi' e 'EEA 406' apresentando maior densidade de raízes e distribuição mais superficial, especialmente 'Avaxi'. Os genótipos modernos (IRGA 417 e Avaxi) apresentaram maior rendimento de grãos. Os genótipos diferenciaram-se, apenas, quanto à absorção de K na maturação, sendo que 'IRGA 417' e 'Avaxi' absorveram maior quantidade do que 'EEA 406'. Não foi observada a relação da morfologia e distribuição das raízes no solo com absorção de nutrientes e rendimento de grãos.

Termos de indexação: densidade de raízes, arquitetura de raízes, nutrição vegetal, *Oryza sativa* L.

Root morphology and distribution of paddy rice and their relationship with nutrient uptake and grain yield

Abstract - The development of more efficient genotypes in nutrient uptake is one of the factors that can result in yield increases in paddy rice (*Oriza sativa* L.), besides lowering fertilizer need, by reducing nutrient losses and improving nutrient use. Nutrient uptake efficiency can be related to root morphology and distribution in soil. A field experiment was conducted in a Gleissolo, in Cachoeirinha (RS – Brazil), to compare genotypes of different plant types: IRGA 417 (modern), EEA 406 (traditional), Avaxi (hybrid, modern) and Bluebelle (american) in relation to root density, root surface area and root radio, nutrient uptake (P and K) and grain yield. Root distribution (depth 0 to 5, 5 to 20, 20 to 30 and 30 to 40 cm) was sampled by monolith method. Genotypes differed in root morphology and distribution, with 'Avaxi' and 'EEA 406' having higher root density and a more superficial distribution, especially 'Avaxi'. Modern genotypes (IRGA 417 and Avaxi) had greater grain yield. Genotypes differed in nutrient uptake only by K uptake on mature grain stage, when 'IRGA 417' and 'Avaxi' had greater uptake than 'EEA 406'. There was no relationship between root morphology and distribution in soil with nutrient uptake and grain yield.

Index terms: root density, root architecture, plant nutrition, *Oriza sativa* L.

¹ Parte do trabalho de tese do primeiro autor, para obtenção do título de Doutor em Ciência do Solo na Faculdade de Agronomia da UFRGS. Recebido para publicação em

² Eng. Agr., Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). Rua Gonçalves Dias 570, CEP 90130-060, Porto Alegre (RS). E-mail : andre-abichequer@fepagro.rs.gov.br

³ Eng. Agr., Colaborador Convidado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Caixa Postal 776, CEP 90001-970, Porto Alegre (RS).

Recebido para publicação em 03/10/2006

Introdução

A lavoura de arroz irrigado por inundação no Rio Grande do Sul apresenta alto custo de produção, por ser uma cultura irrigada, com grande utilização de insumos e mecanização agrícola. Portanto, é necessário que a pesquisa busque o aumento do rendimento de grãos, com o objetivo de ampliar a receita do produtor, contribuindo para que a cultura apresente viabilidade econômica. Além disto, a obtenção de maior rendimento do arroz reduz a necessidade de expansão de área, diminuindo o impacto ambiental provocado pela cultura, relacionado à captação de água, contaminação com agrotóxicos, alteração do ambiente com a inundação e outros fatores. O aumento do rendimento foi conseguido, principalmente a partir dos anos 80, com a introdução das variedades modernas e a melhoria do manejo da cultura. Porém, o incremento do rendimento sofreu uma desaceleração nos últimos anos, sendo que a média atual ainda se encontra bastante abaixo do potencial da cultura, que é de cerca de 12.000 kg/ha, segundo IRGA (2004), situando-se em torno de 6.000 kg/ha.

Juntamente com outros fatores, o desenvolvimento de genótipos mais eficientes na absorção e utilização dos nutrientes, aliado ao manejo adequado da adubação, pode levar a incrementos de rendimento do arroz. Além disto, genótipos mais eficientes podem reduzir a necessidade de adubação, pela diminuição das perdas e melhor aproveitamento dos nutrientes. Porém, deve ser feita a ressalva de que nem sempre uma maior absorção de nutrientes resulta em maior rendimento de grãos da cultura, porque isto depende também da utilização do nutriente na planta, além de poder haver limitação do rendimento por fatores climáticos, moléstias e outras causas. Pode haver consumo de luxo, em que a planta absorve o nutriente em quantidade superior à necessária para ótimo crescimento e isto não é traduzido em aumento de rendimento (EPSTEIN, 1972).

Lavouras de alto rendimento apresentam grande densidade de afilhos por área, pois utilizam altas densidades de semeadura ou são formadas por genótipos de grande potencial de afilhamento (como os híbridos), o que pode causar esgotamento de nutrientes pela competição entre raízes adjacentes na camada superficial. Assim, pode ser vantajosa uma exploração de maior volume de solo pelas raízes, atingindo camadas mais profundas.

Espécies e variedades de plantas diferenciam-se quanto à capacidade de absorver nutrientes devido à variação na dimensão e morfologia do sistema radicular e/ou na cinética de absorção de nutrientes (ANGHINONI et al., 1989). Além desses aspectos, a distribuição das raízes ao longo do perfil do solo também influencia a absorção de nutrientes pelo arroz. Conforme a arquitetura das raízes, o sistema radicular tende a atingir camadas mais profundas do solo ou localizar-se superficialmente. Segundo Morita e Yamazaki (1993), existe relação entre altos rendimentos de grãos de arroz e a dimensão e o padrão de distribuição do sistema radicular no solo, sendo vantajosa a localização das raízes em maior profundidade. Porém, ao relacionarem

tipo de planta e distribuição de raízes, Yoshida et al. (1982) observaram que variedades de porte alto e com menor perfilhamento, que normalmente são menos produtivas, tendem a desenvolver raízes mais profundas.

O aprofundamento das raízes é prejudicado no ambiente anaeróbico em que o arroz irrigado é cultivado, sendo que raramente ocorrem raízes abaixo de 40 cm de profundidade (YOSHIDA, 1981). Em camadas profundas do solo pode ocorrer maior concentração de substâncias tóxicas (Fe, H₂S) que inibem a expansão das raízes, pois o ambiente é mais reduzido (OTTOW et al., 1983; KONO, 1993). Outro fator que pode limitar o aprofundamento das raízes é a presença de camada de solo compactada em subsuperfície, que ocorre em solos do Rio Grande do Sul. Por outro lado, em maior profundidade pode haver maior concentração de nutrientes, o que beneficia o crescimento das raízes e da própria planta. Em trabalho com a variedade BR-IRGA 409 num Planossolo em Cachoeirinha (RS), Lopes et al. (1994) observaram que cerca de 55% do comprimento radicular encontrava-se na camada de 0 a 5 cm de profundidade e 87% na camada de 0 a 20 cm. Macedo et al. (1999) e Teo et al. (1995) também observaram um desenvolvimento de sistema radicular superficial no arroz irrigado.

Com relação à morfologia das raízes, plantas com maior capacidade de absorção de nutrientes podem ser obtidas pela seleção de genótipos com maior comprimento, menor raio e maior área superficial de raízes. Segundo Teo e Beyrouty (1991), citados por Teo et al. (1995), as diferenças de absorção de nutrientes em variedades de arroz irrigado foram explicadas pela variação do comprimento das raízes das plantas, em casa-de-vegetação. No entanto, Teo et al. (1995) não observaram relação entre a morfologia radicular de três variedades de arroz e a absorção de N, P e K em experimento de campo. Os autores atribuíram a variação de absorção observada a diferenças nos parâmetros cinéticos de absorção, estudados em experimento anterior (TEO et al., 1992). Em experimento anterior (Abichequer e Bohnen, 2008), em solução nutritiva com suporte das plantas em meio poroso de poliestireno, foram comparados os genótipos de arroz irrigado IRGA 417 e IRGA 419 (modernos), Bluebelle (americano), EEA 406 (tradicional) e Avaxi (híbrido, RiceTec) quanto ao comprimento e arquitetura das raízes, no estágio de 8 a 10 folhas (V8 a V10, segundo Counce et al., 2000). O maior comprimento foi apresentado pelo cultivar IRGA 417, enquanto 'Bluebelle' e 'IRGA 419' desenvolveram raízes de menor comprimento. O cultivar Avaxi desenvolveu raízes com arquitetura mais superficial, enquanto 'EEA 406' e 'Bluebelle' apresentaram raízes mais profundas. Houve correlação significativa entre comprimento das raízes e absorção de nutrientes e produção de massa seca, com vantagem para as plantas de maior comprimento.

Os nutrientes cuja absorção é mais influenciada pela morfologia e distribuição radicular são aqueles transportados para as raízes por difusão, como o P e o K (BARBER, 1984). A disponibilidade destes nutrientes é aumentada com o alagamento do solo (CAMARGO e TEDESCO, 2004), mas a competição entre raízes adjacentes pode esgotá-los na camada superficial.

O objetivo deste trabalho foi estudar a morfologia (densidade de raízes, raio médio e área superficial) e a distribuição das raízes de genótipos de arroz irrigado com diferentes tipos de planta e sua relação com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos, em experimento de campo.

Material e métodos

Foi realizado um experimento de campo, de dezembro de 2002 a abril de 2003, comparando-se quatro genótipos de arroz irrigado: IRGA 417 (tipo de planta moderno, de porte baixo), EEA 406 (tipo de planta tradicional, de porte alto), Avaxi (híbrido, RiceTec, com tipo de planta semelhante ao moderno) e Bluebelle (tipo de planta americano, de porte intermediário). O cultivo foi conduzido em um Gleissolo Háptico distrófico na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha (RS). As plantas foram cultivadas no sistema convencional, sendo utilizadas uma aração e duas gradagens no preparo do solo. Foi realizada a amostragem e a análise química do solo, segundo Tedesco et al. (1995), obtendo-se os seguintes resultados: argila 170 g/dm³; pH 5,2; índice SMP₃ 6,0; P 11,4 mg/dm³; K 21 mg/dm³; matéria orgânica 9 g/dm³; Al 0,4 cmolc/dm³; Ca 1,3 cmolc/dm³; Mg 0,6 cmolc/dm³; CTC efetiva 2,4 cmolc/dm³ e CTC a pH 7 de 3,7 cmolc/dm³. A adubação do solo foi feita conforme as recomendações da Comissão... (1995), com a aplicação de 10 kg/ha de N, 20 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O no dia da semeadura. A adubação foi realizada a lanço, sem incorporação. A semeadura foi realizada em 13/12/2002, cerca de um mês após o período recomendado, em função do excesso de chuvas ocorrido na época recomendada. Os genótipos foram semeados na densidade de 500 sementes aptas por m², em linhas espaçadas de 20 cm. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As dimensões das parcelas foram de 1,8 x 8 m. A emergência ocorreu em 20/12/2002. Os estádios de desenvolvimento do arroz foram referidos conforme a escala de Counce et al. (2000). O solo foi inundado 17 dias após a emergência, quando as plantas estavam no estádio de 3 folhas (V3). Foi mantida uma lâmina de água de 10 a 15 cm até 15 dias após a plena floração. Para o controle de plantas daninhas, foram utilizados os herbicidas propanil, na dose de 2,16 kg/ha de i.a., e quinclorac, na dose de 375 g/ha de i.a.. A adubação nitrogenada em cobertura foi aplicada em duas vezes, no início do perfilhamento (V4 a V5) e na diferenciação da panícula (R1); as doses foram diferenciadas por genótipo, conforme recomendado pela Comissão... (1995): 70 kg/ha de N para IRGA 417 e Avaxi, 55 kg/ha para Bluebelle e 40 kg/ha para EEA 406.

As raízes foram amostradas no estádio de enchimento de grãos (R6 a R7). A amostragem das raízes foi realizada pelo método do monólito (BOHM, 1979), retirando-se um bloco de solo com raízes de 20 cm de largura, 5 cm de espessura e 40 cm de profundidade, centralizado na linha de semeadura do arroz. O monólito foi dividido em quatro camadas, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 20, 20 a 30 e 30 a 40 cm. Cada camada foi lavada isoladamente com jatos de água em

um conjunto de duas peneiras para separar as raízes, sendo a superior com malhas de 2,0 mm e a inferior com malhas de 1,19 mm, conforme realizado por Lopes et al. (1994). Foi determinada a massa fresca das raízes e medido o comprimento das raízes presentes em cada camada pelo método de Tennant (1975). A área superficial e o raio médio das raízes foram calculados conforme Shenk e Barber (1979). A densidade de raízes (comprimento das raízes / volume de solo) nas diferentes profundidades foi calculada conforme Yoshida (1981). A porcentagem de raízes presentes em cada camada foi calculada da seguinte forma: (comprimento das raízes na camada / comprimento das raízes em todo o monólito) x 100. A massa seca das raízes foi determinada após secagem a 60°C até massa constante.

A parte aérea foi coletada na floração ('IRGA 417' em R5, outros genótipos em R4) e na maturação (R9), sendo amostrada uma área de 0,25 m², escolhida ao acaso em cada parcela. As amostras foram secadas em estufa a 60°C até massa constante. Foram analisados os teores dos nutrientes P e K na parte aérea, segundo Tedesco et al. (1995). O rendimento de grãos foi avaliado em área de 2 m², sendo a colheita realizada com cerca de 115 dias após a emergência.

Os resultados foram submetidos a análise da variância (P<0,05), com a comparação entre médias dos tratamentos pelo teste de Duncan (P<0,05). Além disso, foram analisadas as correlações dos parâmetros morfológicos das raízes e da densidade radicular em diferentes profundidades com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos.

Resultados e discussão

Morfologia das raízes

Os resultados da avaliação das características morfológicas das raízes em todo o monólito (de 0 a 40 cm de profundidade) encontram-se na Tabela 1. A densidade de raízes, que é relacionada ao comprimento das raízes, distinguiu os genótipos em dois grupos, com os cultivares EEA 406 e Avaxi apresentando maior densidade do que 'Bluebelle' e 'IRGA 417'. Em experimento anterior (ABICHEQUER e BOHNEN, 2008), em que foram avaliadas plantas em V8 a V10 cultivadas em solução nutritiva, o cultivar IRGA 417 apresentou o maior comprimento das raízes e o 'Bluebelle' o menor, com 'Avaxi' e 'EEA 406' ocupando posição intermediária. Os resultados obtidos concordam parcialmente com os de Anghinoni et al. (1989), em solução nutritiva, em que o cultivar EEA 406 apresentou maior comprimento das raízes do que o 'Bluebelle'. Porém, no trabalho de Anghinoni et al. (1989) o cultivar moderno BR-IRGA 409 desenvolveu raízes mais compridas do que o 'Bluebelle', o que não aconteceu com o 'IRGA 417'.

Com relação ao raio médio das raízes, não houve diferenças entre os genótipos testados (Tabela 1). Os cultivares EEA 406 e Bluebelle também não se diferenciaram quanto ao raio médio das raízes no trabalho de Anghinoni et al. (1989).

O cultivar EEA 406 apresentou maior área superficial das raízes do que o 'Bluebelle' e o 'IRGA 417', com o híbrido Avaxi não se diferenciando destes dois grupos. De forma semelhante à densidade de raízes, nos resultados de

Anghinoni et al. (1989) o 'EEA 406' também desenvolveu raízes de maior área superficial do que o 'Bluebelle'. No entanto, o cultivar moderno utilizado (BR-IRGA 409) apresentou raízes com maior área superficial do que o 'Bluebelle', o que não ocorreu com o 'IRGA 417' neste trabalho.

TABELA 1 - Densidade de raízes, raio médio e área superficial das raízes de genótipos de arroz irrigado, coletadas no enchimento de grãos, em experimento de campo.

	Densidade	Raio médio	Área
	cm ³ /cm	mm	m ² raiz m ⁻² área lavoura
Avaxi	27,3 a	0,134 a	82,3 ab
IRGA 417	19,9 b	0,124 a	66,8 b
Bluebelle	20,5 b	0,134 a	69,0 b
EEA 406	29,2 a	0,134 a	97,9 a

Médias de genótipos seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Duncan (P<0,05).

As avaliações da morfologia das raízes em solo e em solução nutritiva podem apresentar resultados distintos. No solo, podem ocorrer fatores como compactação e presença de substâncias tóxicas, que prejudicam o desenvolvimento das raízes. Assim, os genótipos mais tolerantes a estas condições adversas seriam beneficiados, apresentando maior desenvolvimento radicular.

Distribuição das raízes no solo

Os genótipos apresentaram arquitetura de raízes superficial, como pode ser observado pela porcentagem do comprimento das raízes presente em cada camada (Tabela 2). No entanto, os cultivares Avaxi e EEA 406 desenvolveram raízes mais superficiais do que o 'IRGA 417' e o 'Bluebelle', com 92,8 % ('Avaxi') e 91,3 % ('EEA 406') do comprimento das raízes presente na profundidade de 0 a 20 cm, contra 86,6 % do 'IRGA 417' e 84,2 % do 'Bluebelle'. O 'Avaxi' apresentou a maior porcentagem de raízes de 0 a 5 cm de profundidade e a menor porcentagem de 20 a 40 cm, caracterizando-se como o genótipo de arquitetura de raízes mais superficial. Este genótipo também apresentou raízes mais superficiais no experimento anterior (ABICHEQUER e BOHNEN, 2008), em solução nutritiva, enquanto que 'Bluebelle' e 'EEA 406' apresentaram raízes com maior aprofundamento no vaso. Como no caso da morfologia, a distribuição das raízes também pode ser diferente no solo em relação à solução nutritiva, em função de fatores como compactação e ocorrência de substâncias tóxicas. As porcentagens obtidas são semelhantes às encontradas por Lopes et al. (1994) e Macedo et al. (1999), em experimento de campo no mesmo solo da EEA – IRGA. Lopes et al. (1994) observaram que cerca de 55 % do comprimento das raízes do cultivar moderno BR-IRGA 409 encontravam-se na camada de 0 a 5 cm de profundidade e 87 % na de 0 a 20 cm. Estes resultados assemelham-se aos obtidos com o cultivar moderno IRGA 417, com 42,6 % do comprimento das raízes de 0 a 5 cm e 86,6 % de 0 a 20 cm. Em trabalho em solo, com avaliação das raízes até 40 cm de profundidade,

Teo et al. (1995) obtiveram resultados bastante próximos, com cerca de 90 % do comprimento das raízes de três variedades de arroz irrigado situados na camada de 0 a 20 cm. O cultivar do tipo tradicional EEA 406, de porte alto e baixa capacidade de perfilhamento, não desenvolveu raízes mais profundas, diferindo da tendência observada por Yoshida et al. (1982) para este tipo de planta.

TABELA 2 - Distribuição percentual do comprimento das raízes de genótipos de arroz irrigado em quatro camadas do solo, sendo as raízes coletadas no enchimento de grãos.

Camada do solo	Genótipo			
	Avaxi	IRGA 417	Bluebelle	EEA 406
cm	----- % -----			
0 - 5	60,1	42,6	29,9	46,3
5 - 20	32,8	44,0	54,3	45,0
20 - 30	5,0	8,1	12,0	6,7
30 - 40	2,1	5,3	3,8	2,0

Obs.: Raízes acima do solo foram incluídas na camada de 0 a 5 cm de profundidade.

A densidade de raízes dos cultivares de arroz em cada camada de solo encontra-se na Tabela 3. Os valores obtidos estão próximos dos observados por Lopes et al. (1994), que avaliaram a distribuição das raízes da variedade BR-IRGA 409 no solo até a profundidade de 30 cm. Os valores também são semelhantes aos referidos por Yoshida (1981) e aos obtidos por Teo et al. (1995), em que a densidade de raízes variou de 93 cm/cm³, na camada de 0 a 5 cm de profundidade, para 2 cm/cm³, na camada de 35 a 40 cm. A densidade de raízes decresceu com o aumento da profundidade, havendo uma concentração de raízes na superfície. Diferenças entre os genótipos foram verificadas, apenas, na camada de 0 a 5 cm, sendo que 'Avaxi' e 'EEA 406' apresentaram maior densidade de raízes, concordando com sua arquitetura mais superficial.

TABELA 3 - Densidade de raízes de genótipos de arroz irrigado em quatro camadas do solo, sendo as raízes coletadas no enchimento de grãos.

Camada do solo	Genótipo			
	Avaxi	IRGA 417	Bluebelle	EEA 406
cm	----- % -----			
0 - 5	137,6 a	68,5 b	48,8 b	108,9 a
5 - 20	22,1 a	23,5 a	29,7 a	34,9 a
20 - 30	5,1 a	6,2 a	10,0 a	7,6 a
30 - 40	2,1 a	3,9 a	3,1 a	2,3 a

Médias de genótipos seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Duncan (P<0,05).

Rendimento de grãos

Os cultivares IRGA 417 e Avaxi apresentaram maior rendimento de grãos (Tabela 4). Explica-se este resultado pelo fato destes genótipos possuírem um potencial de rendi-

mento muito superior ao do 'Bluebelle' e do 'EEA 406'. Os genótipos do tipo moderno, dentro do qual enquadram-se 'IRGA 417' e 'Avaxi', apresentam porte baixo, folhas curtas e eretas (melhor aproveitamento da radiação solar), colmos fortes (resistentes ao acamamento) e alta capacidade de perfilhamento, respondendo a maiores doses de N e atingindo maiores rendimentos (IRGA, 2001). Entretanto, o rendimento de grãos obtido ficou abaixo do pretendido, provavelmente por causa da semeadura em período posterior ao recomendado. Esta implica em limitações climáticas ao rendimento, como menor disponibilidade de radiação solar e possibilidade de baixas temperaturas na floração (IRGA, 2001). No caso deste experimento, o principal fator limitante deve ter sido a menor disponibilidade de radiação solar. Como comparativo, Lopes et al. (2005), em experimento realizado no mesmo local, semeado na época recomendada (em 11/11/2003), obteve rendimentos de 8.151 kg/ha para 'IRGA 417', 6.557 kg/ha para 'EEA 406' e 6.462 kg/ha para 'Bluebelle'. O potencial de rendimento do cultivar IRGA 417 situa-se entre 8.000 e 10.000 kg/ha (IRGA, 2004) e o do 'Avaxi' chega a 12.000 kg/ha (RICETEC, 2004).

TABELA 4 - Rendimento de grãos de genótipos de arroz irrigado em experimento de campo, em Cachoeirinha (RS), na safra 2002/2003.

Genótipos	Rendimento
	----- kg/ha -----
Avaxi	5981 a
IRGA 417	6238 a
Bluebelle	3860 b
EEA 406	3278 b

Médias de genótipos seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

As características contrastantes do 'IRGA 417' e do 'Avaxi', genótipos que apresentaram maior rendimento de grãos, quanto à morfologia das raízes, indicam não haver relação entre estas características e o rendimento de grãos. 'Avaxi' enquadrou-se no grupo de genótipos com maior densidade de raízes e 'IRGA 417' no de menor densidade. Outro exemplo é o comportamento do cultivar EEA 406, que apresentou maior densidade de raízes e maior área superficial das raízes, e apresentou menor rendimento de grãos do que 'IRGA 417' e 'Avaxi'. A análise da correlação entre o rendimento de grãos e a densidade de raízes em todo o monólito confirma esta tendência: $r = -0,294$, não apresentando significância a 5 % de probabilidade.

O rendimento de grãos não se correlacionou com a distribuição das raízes no solo. Os genótipos de maior rendimento tiveram comportamento contrastante: o 'Avaxi' apresentou distribuição das raízes mais superficial e o 'IRGA 417' distribuição mais profunda; da mesma forma, os genótipos de menor rendimento, 'Bluebelle' e 'EEA 406', também desenvolveram raízes de distribuição contrastante. A correlação do rendimento de grãos com a densidade de raízes nas camadas estudadas não foi significativa nas camadas de 0 a 5 cm e 30 a 40 cm, enquanto foi negativa e significativa nas demais camadas (Tabela 5).

No entanto, a obtenção de rendimentos de grãos abaixo do esperado possivelmente tenha prejudicado a análise da relação dos mesmos com a morfologia e a distribuição das raízes. Caso os rendimentos fossem maiores, poderia ter havido maior demanda nutricional e maior competição por nutrientes por raízes adjacentes. Nesta situação, um sistema radicular de maior extensão e mais profundo poderia ser uma vantagem competitiva e proporcionar maiores rendimentos.

TABELA 5 - Correlações do rendimento de grãos dos genótipos de arroz com a densidade de raízes nas quatro camadas de solo estudadas.

Rendimento	Camada do solo			
	0-5 cm	5-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
	0,083 NS	-0,711 **	-0,544 *	0,195 NS

NS = r não significativo

* = r significativo a 5 % de probabilidade

** = r significativo a 1 % de probabilidade

Absorção de nutrientes

A absorção de nutrientes foi avaliada através do conteúdo de P e K na parte aérea, nos estádios de floração e maturação (Tabela 6). Os genótipos diferenciaram-se somente com relação ao conteúdo de K na maturação, em que os cultivares IRGA 417 e Avaxi absorveram maior quantidade do nutriente do que o 'EEA 406', com o 'Bluebelle' em posição intermediária. No experimento anterior (ABICHEQUER e BOHNEN, 2008), em solução nutritiva, o cultivar Avaxi também absorveu maior quantidade de K, não havendo diferenças entre os demais genótipos avaliados (IRGA 417, IRGA 419, EEA 406 e Bluebelle). Porém, no trabalho anterior o 'Avaxi' também superou os demais genótipos na absorção de P.

TABELA 6 - Conteúdo de P e K na parte aérea de genótipos de arroz irrigado, na floração e maturação, em experimento de campo.

Genótipos	Floração	
	P	K
	----- g/m ² -----	
Avaxi	3,5 a	18,0 a
IRGA 417	3,1 a	20,9 a
EEA 406	2,7 a	16,7 a
Bluebelle	2,6 a	16,1 a
Genótipos	Maturação	
	P	K
	----- g/m ² -----	
Avaxi	3,2 a	15,6 a
IRGA 417	2,9 a	16,1 a
Bluebelle	2,9 a	14,7 ab
EEA 406	2,6 a	11,6 b

Médias de genótipos seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

As características dos genótipos com maior absorção de K na maturação indicam não haver relação entre a morfologia e a distribuição das raízes e a absorção, pois tiveram comportamento contrastante. ‘Avaxi’ apresentou maior densidade radicular em todo o monólito (de 0 a 40 cm de profundidade) e arquitetura das raízes mais superficial, enquanto que ‘IRGA 417’ apresentou menor densidade radicular e aprofundou mais as raízes. Raciocinando inversamente, na maioria dos casos não houve diferença no conteúdo de nutrientes, mas os genótipos diferenciaram-se quanto à morfologia e distribuição das raízes. Outra indicação é o comportamento do ‘EEA 406’, que possuiu maior densidade radicular e maior área superficial das raízes, o que possibilitaria maior acesso aos nutrientes e maior número de sítios de absorção. No entanto, não absorveu maior quantidade de P e K, nutrientes supridos por difusão e mais afetados pela morfologia das raízes, sendo inclusive superado por ‘IRGA 417’ e ‘Avaxi’ na absorção de K na maturação. A análise das correlações confirma, em termos gerais, a ausência de relação entre morfologia e distribuição das raízes e a absorção de nutrientes. As correlações dos conteúdos de P e K com os parâmetros morfológicos densidade radicular, raio médio e área superficial de raízes foram todas não significativas (Tabela 7). No experimento anterior (ABICHEQUER e BOHNEN, 2008), em solução nutritiva, houve correlação significativa entre absorção de P e K e comprimento de raízes dos genótipos de arroz. Porém, na solução nutritiva não existem fatores importantes no solo, como interação dos íons com os colóides do solo, presença de substâncias tóxicas, atividade de microrganismos e impedimentos ao crescimento radicular, que podem alterar a resposta dos genótipos quanto à absorção de nutrientes. Teo e Beyrouthy (1991), citados por Teo et al. (1995), explicaram as diferenças de absorção de nutrientes em variedades de arroz irrigado pela variação do comprimento das raízes das plantas, em casa-de-vegetação. Porém, os resultados de Teo et al. (1995) concordam com os obtidos neste trabalho, pois não foi observada relação entre a morfologia radicular de três variedades de arroz e a absorção de N, P e K em experimento de campo.

TABELA 7 - Correlações do conteúdo de P e K na parte aérea com densidade radicular, raio médio e área superficial de raízes.

Floração			
Nutriente	Densidade	Raio médio	Área
P	0,075 NS	0,196 NS	0,054 NS
K	0,333 NS	0,365 NS	0,279 NS
Maturação			
Nutriente	Densidade	Raio médio	Área
P	0,037 NS	0,066 NS	0,026 NS
K	-0,496 NS	0,301 NS	-0,463 NS

NS = r não significativo

Para avaliar a relação entre o conteúdo de P e K e a distribuição das raízes no solo realizou-se a análise da cor-

relação do conteúdo destes nutrientes com a densidade de raízes nas quatro camadas estudadas (Tabela 8). Não houve nenhuma correlação significativa, com exceção daquela do conteúdo dos nutrientes na floração com a densidade de raízes de 5 a 20 cm de profundidade (que foi negativa, significativa a 5 %). Assim, a distribuição das raízes no solo não foi determinante da absorção de P e K.

TABELA 8 - Correlações do conteúdo de P e K na parte aérea com a densidade de raízes nas quatro camadas de solo estudadas.

Floração				
Camada do solo				
Nutriente	0-5 cm	5-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
P	0,217 NS	-0,525 *	-0,360 NS	-0,171 NS
K	-0,071 NS	-0,531 *	-0,272 NS	0,249 NS
Maturação				
Camada do solo				
Nutriente	0-5 cm	5-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
P	0,007 NS	-0,021 NS	-0,273 NS	-0,133 NS
K	-0,327 NS	-0,330 NS	-0,264 NS	0,128 NS

NS = r não significativo

* = r significativo a 5 % de probabilidade

Possivelmente, a absorção de P e K pelos genótipos testados esteja associada a características fisiológicas das raízes relativas à afinidade da membrana plasmática com os nutrientes, que são avaliadas pelos parâmetros cinéticos de absorção (BARBER, 1984). Genótipos que apresentam maior I_{max} (taxa máxima de absorção), menor K_m (constante de Michaelis-Menten, indica a afinidade do íon com o carregador na membrana) e menor C_{min} (concentração do nutriente acima da qual ocorre absorção) conseguem absorver maior quantidade de nutrientes. O parâmetro I_{max} é mais importante em concentrações maiores do nutriente na solução do solo, enquanto K_m e C_{min} influenciam a absorção em concentrações menores (BARBER, 1984). Teo et al. (1995) não encontraram relação entre a morfologia radicular de três variedades de arroz e a absorção de N, P e K em experimento de campo e relacionaram a variação de absorção observada a diferenças nos parâmetros cinéticos de absorção, determinados em experimento anterior (TEO et al., 1992). Anghinoni et al. (1989) compararam quatro variedades de arroz, em solução nutritiva, quanto à cinética de absorção de P, K, Ca e Mg. A variedade Bluebelle apresentou parâmetros cinéticos mais favoráveis para a absorção de nutrientes do que as demais, compensando o menor desenvolvimento radicular apresentado.

Outra possível explicação para a absorção de P e K não estar relacionada com a morfologia e distribuição das raízes do arroz é o fato de que a disponibilidade destes nutrientes normalmente aumenta com o alagamento do solo, além do suprimento às raízes por difusão ser facilitado pela grande quantidade de água disponível (CAMARGO e TEDESCO, 2004). Assim, as características das raízes seriam menos importantes para a absorção no ambiente alagado. Porém, isto não seria válido em caso de esgotamento de nutrientes pela competição entre as raízes.

Houve correlação significativa entre rendimento de grãos e conteúdo de nutrientes ($r = 0,594$ para P e $r = 0,599$ para K, ambos significativos a 5 %). Assim, o aumento do rendimento implicou em maior demanda de nutrientes, mas a absorção não foi determinada pela morfologia e distribuição de raízes.

No entanto, o estudo da relação entre a morfologia e a distribuição de raízes e a absorção de nutrientes pode ter sido prejudicado pela obtenção de rendimentos abaixo do esperado, por causa de semeadura após a época recomendada, e a possível redução da demanda nutricional. Caso houvesse maior competição por nutrientes, poderia haver deficiência na camada superficial do solo, e genótipos com raízes mais compridas e com maior aprofundamento poderiam absorver maior quantidade de nutrientes.

Conclusões

1. Os genótipos de arroz irrigado diferenciam-se quanto à morfologia e distribuição das raízes no solo, não haven-

do relação entre o tipo de planta (moderno, tradicional ou americano) e a morfologia e distribuição das raízes.

2. A morfologia e distribuição das raízes no solo não se correlaciona com a absorção de P e K e o rendimento de grãos de arroz.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela estrutura disponibilizada para a realização do trabalho. Também agradecem à empresa RiceTec Ltda., pelo fornecimento das sementes do híbrido Avaxi, e aos Pesquisadores do IRGA Vera Mussóli Macedo, Élio Marcolin e Silvio Genro Junior, pelo apoio no desenvolvimento do experimento.

Referências

ABICHEQUER, A.D.; BOHNEN, H. Comprimento e Arquitetura de Raízes de Genótipos de Arroz Irrigado por Inundação em Solução Nutritiva e sua Relação com Absorção de Nutrientes e Produção de Matéria Seca. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.14, n.1, 2008. (no prelo)

ANGHINONI, I.; VOLKART, C. R.; FATTORE, N.; ERNANI, P. R. Morfologia de Raízes e Cinética de Absorção de Nutrientes em Diversas Espécies e Genótipos de Plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 355-361, 1989.

BARBER, S.A. **Soil Nutrient Bioavailability**. New York: John Wiley and Sons, 1984. 398 p.

BOHM, W. **Methods of Studying Root Systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 189 p.

CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M. J. Solos Alagados. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. ; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação de Culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p.187-193.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBRS/NRS; EMBRAPA-CNPT, 1995. 223 p.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.

EPSTEIN, E. **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives**. New York: John Wiley, 1972. 412 p.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, 2001. 128 p.

_____. Contém informações institucionais, técnicas, notícias, projetos, publicações e serviços. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 1 jun. 2004.

KONO, Y. Soil Factors and Root Morphology. In: MATSUO, T.; HOSHIKAWA, K. (Eds.) **Science of the Rice Plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1993. v.1: Morphology, p. 507-525.

LOPES, S. I. G.; LOPES, M. C. B.; LIMA, A. L.; SANTOS, A. S.; FREITAS, P. R.; CREMONESI, J.; COSTA, M. S.; LEAL, C. E. B. Avaliação do Ganho Genético do Programa de Melhoramento do IRGA no Período de 1961 a 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; E REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: UFSM, 2005.

_____.; VOLKWEISS, S.J.; TEDESCO, M.J. Desenvolvimento do Sistema Radicular do Arroz Irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 273-278, 1994.

MACEDO, V. R. M.; LOPES, M. S.; CORRÊA, N. I.; KLEPKER, D. Avaliação de Sistemas de Cultivo de Arroz Irrigado: Sistema Radicular. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais ...** Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 1999. p.274-276.

MORITA, S.; YAMAZAKI, K. Root System. In: MATSUO, T. e HOSHIKAWA, K. (Eds.) **Science of the Rice Plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1993. v.1: Morphology, p. 161-186.

OTTOW, J. C. G.; BENCKISER, G.; WATANABE, I.; SANTIAGO, S. Multiple Nutritional Stress as the Prerequisite for Iron Toxicity of Wetland Rice (*Oriza sativa* L.). **Tropical Agriculture**, Surrey, v. 60, n. 2, p.102-106, 1983.

RICETEC. Contém informações institucionais, técnicas, notícias, projetos, publicações e serviços. Disponível em: <<http://www.ricetec.com.br>>. Acesso em: 1 jun. 2004.

SHENK, M. K.; BARBER, S. A. Root Characteristics of Corn Genotypes as Related to P Uptake. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 6, p. 921-924, 1979.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de Solo, Planta e outros Materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. Boletim Técnico, 5.

TENNANT, D. A Test of a Modified Line Intersect Method of Estimating Root Length. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 63, p. 995-1000, 1975.

TEO, Y. H.; BEYROUTY, C. A.; GBUR, E. E. Nitrogen, Phosphorus and Potassium Influx Kinetic Parameters of Three Rice Cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 15, n. 4, p. 435-444, 1992.

TEO, Y. H.; BEYROUTY, C. A.; NORMAN, R. J.; GBUR, E. E. Nutrient Uptake Relationship to Root Characteristics of Rice. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 171, n. 2, p. 297-302, 1995.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of Rice Crop Science**. Manila: The International Rice Research Institute, 1981. 289 p.

YOSHIDA, Y.; BHATTARHACHARJEE, D. P.; CABUSLAY, G. S. Relationship Between Plant Type and Root Growth in Rice. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 28, n. 4, p. 473-482, 1982.

Influência da salinidade dos substratos na germinação das sementes de fumo (*Nicotiana tabacum*)

Candice Schmitt Faccini¹, Maria Angélica Moreira Silveira², Carlos Saraiva Osório³, Ana Paula
Moreira da Silva⁴

Resumo - A produção de fumo (*Nicotiana tabacum*) é uma atividade agrícola de alta importância no Rio grande do Sul. Como grande parte das mudas são obtidas através do uso de sementeiras, é importante que se tenha germinação rápida e uniforme. Neste sentido, a escolha do substrato mais conveniente para a produção de mudas saudáveis e de boa qualidade para fumo é um fator fundamental. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de substratos quanto à salinidade, devido à presença de Na^+ , para a germinação de sementes em fumo (*N. tabacum*). Para isso foi utilizado um substrato rico em húmus com 0,11% de Na^+ , um substrato recomendado para fumo com 0,01% de Na^+ e areia esterilizada, que após 15 dias da semeadura recebeu solução nutritiva sem Na^+ . Foram avaliados o teste de germinação, emergência após 7, 16 e 21 dias, índice de velocidade de emergência, peso de matéria fresca e seca de plântulas, comprimento das plântulas, clorofila a, b e clorofila total. Os resultados obtidos mostram que o substrato que apresentou os melhores dados referentes à determinações realizadas foi areia com adição de solução nutritiva sem Na^+ aos 15 dias, enquanto nos substratos com Na^+ houve diminuição na germinação das sementes, as plântulas apresentaram desenvolvimento reduzido e decréscimo no conteúdo de clorofila b e clorofila total.

Palavras-chave: Fumo, substrato, salinidade, sementes.

Influency of substrate salinity in seeds germination and production tobacco seedlings (*Nicotiana tabacum*)

Abstract - The tobacco production (*Nicotiana tabacum*) is one crop of high importance in the Rio Grande do Sul. The major part of seedlings are gotten with seedbed, so it is important fast and uniform germination of the seeds. In this direction, choose of substrate more adequate for production of healthful and good seedlings for tobacco is fundamental factor. The objective of this paper was compared the use of substrates in relation to salinity, due to the Na^+ , for tobacco production. It was used one substrate with humus 0,11% of Na^+ , one substrate indicated for tobacco culture with 0,01% of de Na^+ and sand seedbed, that after 15 days from sowing received nutritive solution without Na^+ . Germination test, emergency after 7, 16 and 21 days, speed of germination, fresh weight and dry weight of seedlings, seedlings length, chlorophyll a, b and total chlorophyll were evaluated. The results show that the better substrate for tobacco germination was sand with nutritive solution for 15 days, while in other two substrates with Na^+ decrease seeds vigor, the seedlings had shorter development and decrease in content of chlorophyll b and total.

Key-words: Tobbaco, substrate, salinity, seeds.

¹Bolsista CNPq/Mestrado em Química Ambiental-UFRGS, E-mail: candice_quimica@yahoo.com.br

²Eng.Agr.,Doutora/Pesquisadora IV FEPAGRO-Sede,E-mail: maria-silveira@fepagro.rs.gov.br

³Eng.Agr.,Msc.FEPAGRO-Sede,E-mail:carlos-osorio@fepagro.rs.gov.br

⁴Bolsista CNPq/mestrado em Botânica – UFRGS,E-mail: apmsilva@gmail.com

Recebido para publicação em 25/09/2006

Introdução

A produção de fumo é uma das atividades agroindustriais de destaque econômico na região sul do Brasil, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, com 50,2% do total da safra, registrando crescimento de quase 70% nos últimos três anos e colocando o Brasil como segundo maior produtor mundial (ANUÁRIO ..., 2005). De acordo com os números da safra 2004/2005 fornecidos pelo Sindicato da Indústria do Fumo (SINDIFUMO), a produção foi de 839.126 toneladas, em 432.963 hectares, e com produtividade média de 1.938 quilos por hectare.

Considerando que o estabelecimento de uma lavoura de fumo pode ser feito pelo transplante de mudas e, nestas, o padrão de qualidade é extremamente importante (WEILER et al., 2001), verifica-se que é grande o potencial para a produção de mudas de fumo usando o sistema de bandejas. O uso de um substrato de boa qualidade nestas condições é importante, tendo em vista que uma alta germinação em um período curto, antecipa a obtenção da muda e a implantação do cultivo.

A qualidade do substrato para o abastecimento de bandejas depende de sua estrutura física e composição química; devendo ser leve, absorver e reter adequadamente a umidade e reunir macro e micro nutrientes, cujos teores não podem ultrapassar determinados níveis, a fim de evitar efeitos fitotóxicos (MIRANDA et al, 1998.). Especialmente, na utilização de materiais alternativos, em misturas não industrializadas, é importante conhecer o nível de salinidade do substrato, a fim de evitar perdas na produção (KÄMPF, 2000).

A salinidade afeta as plantas pela redução da taxa de absorção de água (WASHINGTON, 1980) devido ao aumento da retenção de água pelo solo. Conseqüentemente, a produtividade em solos salinos é limitada pela redução da fotossíntese (TESTER e DAVENPORT, 2003). Experimentos sugerem (MORAN et al., 1994) que o conteúdo de clorofila tende a diminuir durante o estresse hídrico em espécies menos tolerantes à seca como efeito da desruição de membranas devido ao estresse oxidativo.

Segundo Arnon (1972), o grau de tolerância de um cultivo à salinidade necessita ser avaliado nos estágios de germinação, crescimento vegetativo e colheita. Em plantas sensíveis à salinidade, a parte aérea e, em menor nível, o crescimento da raiz é permanentemente reduzido em horas de estresse salino e este efeito não parece depender da concentração de Na⁺ nos tecidos de crescimento, mas ser uma resposta para a osmolaridade da solução externa, conforme Munns (2002). Resultados de laboratório sugerem que o fumo parece ser mais sensível ao baixo potencial osmótico das soluções de crescimento contendo NaCl, do que aos efeitos específicos do Na⁺ ou Cl⁻ (MURTHY e TESTER, 1996).

O rendimento da cultura no campo depende da utilização do substrato mais conveniente para a obtenção de mudas saudáveis e de boa qualidade. O substrato, também,

apresenta influência nos testes de germinação, já que fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros podem variar de acordo com o tipo de material utilizado (POPINIGIS, 1977).

Desta forma, este trabalho tem o objetivo de avaliar o uso de substratos, quanto à salinidade por Na⁺, para a produção de mudas de fumo (*N. tabacum*).

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Laboratório de Análise de Solos da FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, na cidade de Porto Alegre, RS, de novembro de 2004 a março de 2005. Utilizaram-se sementes de fumo, cultivar NC 55, provenientes de um lote que apresentava 89% de plântulas normais no teste de germinação realizado conforme Brasil (1992). A avaliação do teste de germinação, sobre papel em caixa gerbox, foi feita aos 16 dias, e o seu resultado expresso em porcentagem de plântulas normais. Foram comparados três diferentes substratos para a produção de mudas de fumo: substrato areia (S1), substrato recomendado para sementeira de fumo (S2) e substrato humossolo (S3). Os substratos S2 e S3 foram obtidos no comércio. Os dados da análise química dos substratos S2 e S3, obtidos conforme Tedesco et al. (1995) podem ser observados na Tabela 1. Na areia, substrato S1, que foi esterilizada em estufa a 105°C durante 24 horas, após 15 dias de semeadura das sementes foi adicionada solução nutritiva sem Na⁺. As concentrações de nutrientes, nesta solução estão disponíveis na Tabela 1.

TABELA 1 - Análise da composição química dos substratos S1(Areia + Solução Nutritiva), S2 (Comercial-recomendado para fumo) e S3 (Comercial-Humossolo).

Nutriente	Substrato S1	Substrato S2	Substrato S3
	Areia + Solução Nutritiva	Comercial	Humossolo
	Concentração		
N	1,00%	1,15%	1,12%
P	180,0 mg/L	26,4 mg/L	20,7 mg/L
K	200,0 mg/L	104 mg/L	282 mg/L
Ca	-----	48,6 me/100mL	56,2 me/100mL
Mg	5,0 mg/L	8,9 me/100mL	2,5 me/100mL
B	0,20 mg/L	1,24 mg/L	0,57 mg/L
Zn	1,0 mg/L	2,5 mg/L	3,4 mg/L
Cu	0,50 mg/L	Ne	0,2 mg/L
Mn	0,5 mg/L	8,0 mg/L	5,7 mg/L
Na	-----	89 mg/L	1092 mg/L
Fe	1,0 mg/L	0,12 %	4,55 %
Mo	0,05 mg/L	-----	-----
pH	7,1	5,0	7,1
M.O.	-----	>7,2 %	>7,2 %

Os substratos foram colocados em três bandejas de isopor com 128 células cada, e estas foram colocadas dentro de recipientes retangulares com uma lâmina d'água, reabastecidos diariamente para manter a umidade dos substratos, sob temperatura ambiente de 20°C e iluminação constante. Foram plantadas três sementes de fumo por célula em cada bandeja. Para cada substrato foram colocadas 60 sementes por bandeja. As plântulas de fumo foram mantidas por 30 dias e durante este período não foram adicionados nutrientes nos substratos S2 e S3.

Após a semeadura nos três substratos em bandejas, foram feitas avaliações da emergência das plântulas aos 7, 16 e 21 dias. O índice de velocidade de emergência foi avaliado mediante contagem diária do número de plântulas emergidas, usando-se como critério o surgimento do epicótilo na superfície do substrato. Aos 21 dias, determinaram-se a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE), conforme Vieira e Carvalho (1994).

Após 30 dias da semeadura, as plântulas foram retiradas e obteve-se a média do comprimento de plântulas expresso em centímetros (cm) e do peso da matéria fresca em gramas (g), de quatro repetições de seis plântulas de fumo, para cada substrato. Em seguida, parte das mudas foi colocada em estufa 40°C até peso constante e obteve-se peso da matéria seca, expresso em g/planta. O restante, duas repetições de 0,1g de folhas, foi colocado em frascos escuros e acondicionados sob refrigeração para determinação da clorofila, através de extração com acetona 80%, e leitura no espectrofotômetro nos comprimentos de onda A₆₄₄ e A₆₆₂ conforme Sestak et al.(1971) e os resultados foram expressos em mg/L.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado e suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. Os valores expressos em percentual foram transformados em arc senvx.

Resultados e discussão

As médias dos resultados obtidos durante o período do experimento foram agrupadas na tabela 2, onde se observa que houve diferença entre os dados obtidos, nas determinações realizadas, nos três substratos utilizados. A areia foi o substrato, no qual foram obtidos melhores resultados na porcentagem de emergência aos 7 dias, com relação aos demais substratos utilizados. Esta diferença significativa entre resultados indica que S2 e S3 possuem fatores que dificultam a germinação e, conseqüentemente, reduzem a porcentagem de emergência, quando comparados com S1, através da análise da composição química dos substratos, observada na tabela 1, acredita-se a salinidade decorrente do conteúdo de Na⁺ seria o fator mais influente na diminuição dos resultados dos testes.

TABELA 2 - Resultados das determinações de emergência aos 7, 16 e 21 dias, índice de velocidade de emergência (IVE) aos 21 dias, comprimento de plântulas (cm), peso de matéria fresca e seca de plântula (g) aos 30 dias, clorofila a, b e total (mg/g), em três substratos: areia (S1) com solução nutritiva após 15 dias da semeadura, substrato recomendado para fumo (S2) e humossolo (S3).

Determinações	Substratos		
	Areia (S1)	Específico (S2)	Humossolo (S3)
% emergência 7 dias	83,975 A	51,895 B	7,084 C
%emergência 16 dias	90,476 A	86,668 AB	80,834 B
%emergência 21 dias	90,476A	87,223 A	80,834 B
IVE(21 dias)	0,883 A	0,812 B	0,638 C
Comprimento de Plântula (cm) (30dias)	2,637 A	1,906 B	0,684 C
Peso da Matéria Fresca de plântulas (g) (30 dias)	0,0056 A	0,0033 B	0,0008 C
Peso Matéria Seca de plântulas (g) (30 dias)	0,0006 A	0,0002 B	0,0001 C
Clorofila a (mg/L)	2,718 A	1,900 B	1,900 B
Clorofila b (mg/L)	2,091 A	1,700 B	0,750 C
Clorofila total (mg/L)	1,882 A	1,500 B	0,550 C

Na linha, médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey(P=0,05).

Os efeitos dos sais no comportamento germinativo de sementes de muitas espécies são conhecidos há muito tempo, como por exemplo, a redução da porcentagem e velocidade de germinação e o efeito tóxico no embrião (CAMPOS e ASSUNÇÃO, 1990).

A porcentagem de emergência, avaliada aos 16 dias e aos 21 dias, mostra que pequenas diferenças entre os tratamentos, ainda existem. No entanto, areia (S1) e substrato específico (S2) não diferem significativamente e possuem maior número de plântulas emergidas, respectivamente, 91% e 87%, que o humossolo (S3).

Através dos resultados do IVE, é possível perceber que a areia propiciou o melhor desempenho para a velocidade de emergência de plântulas, concordando com Houle *et al.* (2001) que destaca a germinação ser inibida a altas concentrações salinas, pois observou-se a diminuição da velocidade de emergência de plântulas nos substratos S2 e S3, os quais apresentavam íons Na⁺ na sua composição. Trabalhos têm demonstrado que as sementes na fase de germinação e emergência, quando submetidas à substratos salinos, apresentam uma taxa da absorção de água decrescente na medida em que aumenta a concentração de sais, devido à diminuição no gradiente hídrico entre a semente e o substrato, reduzindo ou afetando o desenvolvimento inicial das plântulas (PRISCO e O'LEARY, 1970; RICHARDS, 1974; AYERS, 1952).

Observaram-se diferenças no comprimento da plântula, peso de matéria fresca e peso de matéria seca das plântulas, aos 30 dias, sendo maiores os valores obtidos em areia. Também, em experimentos com leucena, a variável área foliar foi afetada, significativamente, a partir de 0,15% de NaCl e a matéria seca e altura de planta foram afetadas a partir da concentração 0,30% de NaCl (NÓBREGA NETO *et al.*, 1999).

Uma das respostas do vegetal ao excesso de salinidade é a supressão do crescimento causando a redução da altura da planta, peso seco, peso fresco, área foliar e número de folhas (ARAÚJO FILHO et al, 1995).

Houve diferença significativa, na quantidade de clorofila a, clorofila b e clorofila total, entre os tratamentos. As clorofilas estavam em maior quantidade na parte aérea das plântulas emergidas no substrato areia em relação aos outros substratos em decorrência da mobilização de reservas para formação de pigmentos. Plantas respondem ao estresse salino pela inibição da fotossíntese e pela estimulação da fotorrespiração, a qual resulta da grande diminuição na transpiração conduzindo à limitação de CO₂ (WINGLER et al., 2000). Larcher (1986), observa que o aumento na concentração de NaCl no solo influenciou no desenvolvimento inicial de leucena, causando redução na produção de energia e distúrbios na assimilação de nitrogênio.

Como tem sido observado em muitas espécies, nas determinações da qualidade fisiológica de sementes e quantificação de clorofila, com substrato areia sem Na⁺, obtivemos resultados favoráveis na qualidade das semen-

tes e obtenção de plântulas vigorosas de fumo. A presença de Na⁺ no substrato, mesmo na concentração de 0,01%, teve efeito prejudicial sobre as determinações realizadas, mostrando que a presença de Na⁺ ocasiona efeitos deletérios desde a semeadura causando atraso para o transplante das mudas.

Conclusões

Nas condições nas quais o trabalho foi realizado, concluiu-se que:

- A areia com solução nutritiva sem Na⁺ foi o substrato que apresentou melhores condições para a germinação das sementes em menor tempo e obtenção de plântulas mais vigorosas para produzir mudas de fumo;
- O substrato comercial recomendado para a produção de mudas de fumo apresentou melhores resultados nas determinações da qualidade das sementes e conteúdo de clorofila do que o humossolo. Logo, substratos com salinidade devido ao Na⁺ prejudicam a obtenção de mudas de fumo.

Referências

- ANUÁRIO BRASILEIRO DO FUMO. Disponível em: <www.anuarios.com.br/port/2005/fumo>. Acesso em: dez. 2005.
- ARAÚJO FILHO, J. B.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. de; SANTOS, J. G. R. dos. Efeitos da Salinidade no Crescimento e no Teor de Nutrientes em Cultivares de Bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 417-422, 1995.
- ARNON, I. **Crop Production in Dry Regions**. London: L. Hill, 1972. 650 p.
- AYERS, A. D. Seed Germination as Affected by Soil Moisture and Salinity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 44, p. 82-84, 1952.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Efeito do Cloreto de Sódio na Germinação e Vigor de Plântulas de Arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 6, p. 837- 843, 1990.
- HOULE, G; MOREL, L.; REYNOLDS, C. E.; SIÉGEL, J. The Effect of Salinity on Different Developmental Stages of an Endemic Annual Plant, *Aster laurentianus* Fernald (Asteraceae). **American Journal of Botany**, n. 88, p. 62-67, 2001.
- KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A.N. (Coord.). **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 319 p.
- MIRANDA, S. C.; RIBEIRO, R. L. D.; RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, D. L. **Avaliação de Substratos Alternativos para a Produção de Mudas de Alface em Bandejas**. Brasília, Embrapa, 1998. p.1-6. CNPAB, n. 24.
- MORAN, J.; BECANA, M.; ITURBE-ORAETXE, I. Drought Induces Oxidative Stress in Pea Plants. **Planta**, Berlin, v. 194, 346-352, 1994.
- MUNNS, R. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, n. 25, p. 239-250, 2002.
- MURTHY, M. ; TESTER, M. Compatible Solutes and Salt Tolerance: Misuse of Transgenic Tobacco. **Trends in Plant Sciences**, London, v. 1, p. 294-295, 1996.
- NÓBREGA NETO, G. M.; QUEIROZ, J. F.; SILVA, L. M. de M; SANTOS, R.V. dos. Efeito da Salinidade na Germinação e Desenvolvimento Inicial da Leucena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 257-260, 1999.

INFLUÊNCIA DA SALINIDADE DOS SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO
DAS SEMENTES DE FUMO (*Nicotina tabacum*)

- POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.
- PRISCO, J.T.; O'LEARY, J.W. Osmotic or Toxic Effects of Salinity on Germination of (*Phaseolus vulgaris* L.) Seeds. **Turrialba**, Costa Rica, v. 20, n.12, p. 177-184, 1970.
- RICHARDS, L. A. **Diagnóstico y Rehabilitacion de Suelos Salinos y Sódicos**. 6. ed. México: Limusa, 1974. 160 p.
- SESTAK, K.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G. **Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods**. The Hague: NV Publishers, 1971.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de Solo, Plantas e Outros Materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.
- TESTER M.; DAVENPORT, R. Na⁺ Tolerance and Na⁺ Transport in Higher Plants. **Annals of Botany**, New York, n. 91, p. 503-527, 2003.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994. 164 p.
- WASHINGTON. **Water Management on Small Farms**. Washington, D. C.: Agency for International Development, 1980. 91 p.
- WEILER, C. A.; PORTO, M. D. M.; MATSUMURA, A. T. S. Seleção de Desinfetantes Químicos para Controle de Contaminantes Fúngicos em Bandejas de Isopor Utilizadas na Produção de Mudas de Fumo. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- WINGLER, A.; LEA, P.J.; QUICK, W.P.; LEEGOOD, R.C. Photorespiration: Metabolic Pathways and their Role in Stress Protection. **Biological Science**, London, v. 355, p. 1517-1529, 2000.

Avaliação da desfolha na produtividade do tomateiro¹

Bernadete Radin² Bruno Brito Lisboa³ Ronaldo Matzenauer⁴, Nídio Antonio Barni⁵

Resumo - Para avaliar o efeito da desfolha sobre a produtividade do tomateiro, foram realizados dois experimentos em estufa, no município de Eldorado do Sul, RS, nos anos de 2003/04 e 2004/05. No primeiro ano foi testado o cultivar Fanny de hábito de crescimento indeterminado e no seguinte, foram utilizados o Olympo de hábito de crescimento indeterminado e o cultivar Empire de hábito de crescimento determinado. Observou-se que o cultivar Fanny, que atingiu estatura superior a 2,0m, obteve maior produtividade com o aumento da desfolha. O cultivar Olympo, que atingiu estatura menor que o Fanny, não apresentou diferença na produtividade da cultura com os níveis de desfolha e, o cultivar Empire sofreu influência negativa na produtividade do tomateiro com o aumento da desfolha. A resposta da planta à desfolha depende do cultivar, do hábito de crescimento e da estatura da planta.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, área foliar, estufas.

Evaluation of defoliation on tomato yield

Abstract - To evaluate the defoliation effect on yield of tomato, two experiments were carried out in a greenhouse, in the city of Eldorado do Sul, RS, Brazil, in 2003/04 and 2004/05. Three cultivars were used in the trial. Fanny in the first year, Olympo and Empire in the subsequent year. All of them have indeterminate growth habit except by Empire which is a determinate type cultivar. It was observed that Fanny, a cultivar taller than 2.0m achieved higher yield under increased defoliation. The Olympo having plant high lower than Fanny did not differentiate yield under the defoliation levels. The yield of cultivar Empire was negatively affected by increased defoliation. The response of the plants to defoliation depends on the cultivars, growth habit and plant height.

Key words - *Lycopersicon esculentum*, leaf area, greenhouses.

¹ Projeto financiado pelo PROAPI/Fepagro.

² Eng. Agra., Dra Agrometeorologia, Pesquisadora Fepagro. E-mail: radin@fepagro.rs.gov.br

³ Eng. Agr., Pesquisadora Fepagro. E-mail: bruno@fepagro.rs.gov.br

⁴ Eng. Agr. Dr. Pesquisador da Fepagro. E-mail: ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br Pesquisador CNPq.

⁵ Eng. Agr. Dr. Pesquisador da Fepagro. E-mail: nidio-barni@fepagro.rs.gov.br

Recebido para publicação em 01/09/2006

Introdução

Considerando-se os aspectos sócio-econômicos, a cultura do tomateiro é hoje, dentre as hortaliças produzidas no Brasil, a mais importante. A produção brasileira de tomate é de aproximadamente 3,3 milhões de toneladas anuais numa área de aproximadamente 58.385ha, com uma produtividade média, a campo, de 56,58t ha⁻¹, segundo dados de 2005 (FAO, 2006). No entanto, analisando-se os anos de 2003, 2004 e 2005 observa-se que a produtividade média está se mantendo no mesmo patamar (AGRIANUAL, 2006), mesmo com o aumento da disponibilidade de cultivares com maior potencial produtivo. Isso, provavelmente, ocorre devido a fatores ligados ao manejo da cultura.

Algumas práticas como desfolha/poda ou desbrote que reduzem a área foliar e o uso de diferentes espaçamentos ou densidades de plantas têm sido preconizadas para obtenção de maior produtividade e de melhor qualidade dos frutos do tomateiro (MASCIO e SOUSA, 1982; MARTINEZ et al., 1998; PELUZIO et al., 1999). Como a produtividade do tomateiro depende do número de frutos fixados e da disponibilidade de assimilados para sustentar seu crescimento (BERTIN, 1995; HEUVELINK, 1996), deve ocorrer equilíbrio entre o crescimento vegetativo (hastes e folhas) e reprodutivo (frutos), caracterizado pela relação fonte:dreno. Em função disso, a poda de folhas tem sido uma prática sugerida para aumentar a fração de matéria seca nos frutos de plantas de tomateiro (GARBI et al., 1998).

Segundo Khan e Sagar (1969) citados por Martinez et al. (2001), sob condições meteorológicas e nutricionais adequadas, a produção de frutos em tomateiro não está restrita pela falta de assimilados e há pesquisas que evidenciam incrementos nas quantidades de assimilados que chegam aos frutos quando se reduz o número de folhas. Para Tanaka e Fujita (1974), o tomateiro possui uma quantidade excessiva de folhas sob ambiente protegido, o que provoca o auto-sombreamento e reduz o estabelecimento dos frutos. A eliminação de folhas favoreceria a produção de assimilados pela melhor distribuição e captação de radiação solar ao reduzir o grau de sobreposição e sombreamento entre as folhas. Essa prática teria efeito similar ao provocado pela variação de espaçamento entre plantas que podem conduzir a um aumento de rendimento.

Marcano (1996) trabalhando com o efeito de diferentes níveis de desfolhamento sobre o número e massa dos frutos por planta de tomateiro de hábito de crescimento determinado observou que essas variáveis foram afetadas pela época em que ocorreu o desfolhamento e pela intensidade do mesmo. Todos os níveis de desfolhamento reduziram o rendimento de frutos, e quanto mais intensa a desfolha menor o peso médio de frutos. Entretanto Martinez et al. (2001) observaram que todos os tratamentos com desfolhamento conduziram a um aumento no rendimento final da cultura do tomateiro de hábito de crescimento indeterminado quando comparado com o tratamento sem desfolha.

Alguns autores afirmam que a poda ou desfolha aumenta o rendimento e a qualidade do tomate. No entanto outros

resultados mostram que esta prática reduz o rendimento e/ou a qualidade ou não tem efeito sobre os mesmos. Em função dessa divergência entre os resultados o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de níveis de desfolhamento em cultivares de tomateiro sobre massa total de frutos, número de frutos bons e/ou comercializáveis e a massa média por fruto sob cultivo em estufa de polietileno.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2003/04 e 2004/05, período primavera-verão, no Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) em Eldorado do Sul, RS (latitude 30°05'S, longitude 51°39'W, altitude 10m). No ano de 2003 utilizou-se uma estufa metálica modelo pampeana coberta com filme de polietileno transparente de baixa densidade com 150 mm de espessura e dimensões de 10x21 m, com pé-direito de 2,8 m e altura máxima de 4,0 m na parte central. Em 2004 utilizou-se estufa com estrutura em madeira, de cobertura em arco, com dimensões de 10x24m, pé-direito de 3,0m e altura na parte central de 4,5m, revestida com o mesmo tipo de filme de polietileno.

Foram utilizados os cultivares Fanny (2003/04), Olympo e Empire (2004/05), sendo os primeiros de hábito de crescimento indeterminado e o último de hábito determinado. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno com 128 células, em substrato comercial para produção de mudas. O transplante foi realizado em 10/10/2003 e em 06/10/2004 quando as mudas estavam com quatro folhas definitivas. As colheitas foram realizadas a partir do dia 15/12/2003 até 26/01/2004, e de 06/12/2004 a 20/01/2005 com intervalos de tempo que variaram entre 3 a 4 dias.

A adubação e a correção do pH foram realizadas em função da análise de solo e das recomendações para a cultura (SOCIEDADE..., 2004). O controle de moléstias foi realizado através do monitoramento da incidência das mesmas e com o emprego de fitossanitários à base de iprodione, oxicleto de cobre, mancozeb e mancozeb+metalaxyl-M. O controle de insetos foi feito com o acompanhamento da ocorrência das pragas e através da utilização de inseticidas à base de piretróides e *Bacillus thuringiensis*. O controle fitossanitário foi realizado até a época da colheita, respeitando-se os prazos de segurança de cada produto.

O experimento foi conduzido no delineamento completamente casualizado, com quatro repetições no primeiro ano e três repetições no segundo ano. No primeiro ano cada parcela era composta de uma linha com 10 plantas de tomateiro espaçadas de 0,33m entre plantas e 1,25m entre linhas e as linhas laterais da estufa foram utilizadas como bordadura. No segundo ano cada parcela era composta por 20 plantas, utilizando-se o mesmo espaçamento e, não foi utilizada bordadura. A retirada dos brotos abaixo do primeiro rácimo floral foi realizada logo após a emissão e a primeira desfolha foi aos 25 dias após o transplante (DAT) e a segunda aos 39 DAT, em 2003/2004 e 30, 47 e 63 DAT em 2004/2005. No primeiro ano o trabalho foi realizado com três tratamentos (TO = sem desfolha; T1 = retirando 1 folha entre os rácimos e T2 = retirando 2 folhas), no segundo ano o experimento foi realizado com quatro trata-

mentos (T0, T1 e T2 idênticos ao primeiro ano + T3 = retirando 3 folhas entre os racimos), a retirada das folhas ocorreu ate o quinto racimo.

Avaliaram-se, as características massa de frutos bons (MFB), número de frutos bons (NFB), massa média por fruto bom (MMFB), massa de frutos danificados (MFD), número de frutos danificados (NFD) e massa média por fruto danificado (MMFD) de cada tratamento, em cada colheita. Os frutos danificados caracterizaram-se por serem não comercializáveis, o que abrange os refugos e aqueles atacados por pragas e doenças.

No ano de 2003/2004, ao final do experimento, três plantas de cada tratamento foram cortadas rente ao solo, separadas em folhas e caules e colocadas em estufa de ventilao forçada  temperatura de aproximadamente 60C, até atingir peso constante e, posteriormente, foram pesadas para obteno do cáculo de massa seca das folhas e dos caules.

Os resultados foram submetidos  análise de variância. As médias dos efeitos da desfolha foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Os tratamentos com diferentes níveis de desfolha, no final do ciclo de produo, não diferiram em termos de massa seca do caule e das folhas na cultivar Fanny, quando comparado com o tratamento sem desfolha (Tabela 1). Com a retirada das folhas parece haver uma compensao da massa foliar, devido, provavelmente,  maior penetrao de radiao solar para o interior do dossel. Quando foram retiradas duas folhas entre os racimos, mesmo não havendo diferença estatística, houve tendência de reduo da massa seca do caule, a qual pode ser devido  destinao dos assimilados para a reposio da massa foliar. Esse resultado concorda com Aung e Kelly (1966), os quais observaram que com a desfolha em tomateiro a planta reagiu aumentando o crescimento das folhas remanescentes e reduzindo a massa do caule e raízes.

TABELA 01 - Média da massa seca das folhas (Msf) e massa seca do caule (Msc) de tomateiro cultivar Fanny em diferentes níveis de desfolha. Eldorado do Sul, 2003/2004.

Níveis de desfolha	Msf g m ⁻²	Msc g m ⁻²
Sem desfolha	266,45 ^{ns}	264,14 ^{ns}
Retirando 1folha/racimo	285,11	263,00
Retirando 2 folhas/racimo	262,77	239,67
CV (%)	13,67	17,49

* Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

^{ns} = não significativo

Nas tabelas 2, 3 e 4 estão os dados de massa de frutos bons (MFB), número de frutos bons (NFB) por m⁻², massa média por fruto bom (MMFB), massa de frutos danificados

(MFD), número de frutos danificados (NFD) por m⁻² e massa média por fruto danificado (MMFD) dos cultivares de tomateiro Fanny, Olympo e Empire, respectivamente. Os resultados serão discutidos em cada cultivar separadamente.

O cultivar Fanny possuí altura média de 2,07m aos 75 dias após o transplante. O desfolhamento favoreceu o aumento da massa de frutos bons (Tabela 2), provavelmente, pela maior translocao de fotoassimilados para a parte reprodutiva da planta. Talvez as folhas remanescentes sejam estimuladas a aumentar a taxa de fotossíntese e compensam uma pequena perda de área foliar, como constataram Nomura e Cardoso (2000) em trabalho com desfolha em pepino japonês.

A maior produo de frutos bons no cultivar Fanny foi em funo da maior massa por fruto, ou seja, frutos de maior tamanho, pois o número de frutos não apresentou diferença significativa. O tratamento sem a desfolha apresentou menor massa média por fruto. Segundo Borraz et al. (1991) esse efeito pode ter sido ocasionado pelo maior gasto de energia em processos de crescimento celular em caule e folhas e menor translocao de açucares para os frutos, resultando num menor diâmetro do fruto. Os diferentes tratamentos de desfolha não influenciaram na massa total, número de frutos e massa média por fruto ruim ou danificado.

Os resultados obtidos com a utilizao do cultivar Fanny, concordam com resultados de Martinez et al. (2001) em que obtiveram aumento de rendimento final nos tratamentos em que foi realizada a desfolha em relao ao tratamento sem desfolha, também com um cultivar de hábito de crescimento indeterminado, possivelmente pelo fato deste cultivar apresentar um excessivo crescimento vegetativo, e a reduo de área foliar favorecer a destinao dos fotoassimilados para os frutos.

TABELA 2 - Média de massa de frutos bons (MFB), número de frutos bons (NFB), massa média por fruto bom (MMFB), massa de frutos danificados (MFD), número de frutos danificados (NFD) por m⁻² e massa média por fruto danificado (MMFD), de tomateiro em diferentes níveis de desfolha com a cultivar Fanny. Eldorado do Sul, 2003/2004.

Níveis de desfolha	MFB g m ⁻²	NFB frutos m ⁻²	MMFB g fruto ⁻¹	MFD g m ⁻²	NFD frutos m ⁻²	MMFD g fruto ⁻¹
Sem desfolha	5218,44 b*	49,24 ^{ns}	108,08 b*	180,53 ^{ns}	6,82 ^{ns}	25,61 ^{ns}
Retirando 1 folha/racimo	5576,96 ab	47,96	116,71 a	170,91	6,60	27,29
Retirando 2 folhas/racimo	5782,20 a	50,31	116,06 ab	222,71	9,31	23,43
CV (%)	9,80	11,40	7,20	64,00	55,40	38,50

* Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

^{ns} = não significativo

A altura média, do cultivar Olympo, aos 75 dias após o transplante foi de 1,84 m. Esse cultivar não apresentou diferença significativa em nenhuma de suas variáveis (Tabela 3), quando foram aplicados tratamentos de desfolha. Mesmo sendo de hábito de crescimento indeterminado, possui menor estatura que o cultivar Fanny, talvez por isso, a poda não tenha favorecido o aumento da massa de frutos.

TABELA 3 - Média de massa de frutos bons (MFB), número de frutos bons (NFB), massa média por fruto bom (MMFB), massa de frutos danificados (MFD), número de frutos danificados (NFD) por m² e massa média por fruto danificado (MMFD), de tomateiro em diferentes níveis de desfolha com a cultivar Olympo. Eldorado do Sul, 2004/2005.

Níveis de desfolha	MFB g m ⁻²	NFB frutos m ⁻²	MMFB g fruto ⁻¹	MFD g m ⁻²	NFD frutos m ⁻²	MMFD g fruto ⁻¹
Sem desfolha	4740,91 ^{ns}	31,31 ^{ns}	150,44 ^{ns}	337,92 ^{ns}	5,98 ^{ns}	68,67 ^{ns}
Retirando 1 folha/rácimo	4683,19	29,25	156,96	191,54	4,12	45,50
Retirando 2 folhas/rácimo	5320,59	31,43	170,19	297,07	4,85	61,65
Retirando 3 folhas/rácimo	4509,44	29,29	153,60	312,51	4,73	67,78
CV (%)	23,91	16,75	12,97	57,89	52,25	26,56

* Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

^{ns} = não significativo

O cultivar Empire apresentou altura média, aos 75 dias após o transplante, de 1,75m. Esse cultivar apresentou comportamento diferente ao dos cultivares anteriores, ou seja, apresentou efeito negativo com o aumento da poda. Esse trabalho concorda com trabalho de Kanyomeka e Shivute (2005), os quais observaram que a produtividade do tomateiro de hábito de crescimento determinado não aumentou em função da redução da área foliar. O tamanho dos frutos, ou massa média dos frutos também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos com poda.

TABELA 4 - Média de massa de frutos bons (MFB), número de frutos bons (NFB), massa média por fruto bom (MMFB), massa de frutos danificados (MFD), número de frutos danificados (NFD) por m² e massa média por fruto danificado (MMFD), de tomateiro em diferentes níveis de desfolha com a cultivar Empire. Eldorado do Sul, 2004/2005.

Níveis de desfolha	MFB g m ⁻²	NFB frutos m ⁻²	MMFB g fruto ⁻¹	MFD g m ⁻²	NFD frutos m ⁻²	MMFD g fruto ⁻¹
Sem desfolha	6845,62a	39,84	172,61a	332,56	5,50	61,46
Retirando 1 folha/rácimo	6467,01ab	38,71	167,27ab	323,13	5,29	66,27
Retirando 2 folhas/rácimo	4756,26 bc	32,00	147,95 b	317,54	5,37	61,56
Retirando 3 folhas/rácimo	4404,71 c	28,04	157,86ab	208,48	4,16	49,84
CV	13,00	13,82	5,72	32,29	40,41	26,09

* Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

^{ns} = não significativo

Para Heuvelink et al. (2005) simulações mostraram que a remoção de folhas jovens favorece a partição de matéria seca para os frutos, no entanto, houve decréscimo do índice de área foliar e do rendimento total e, concluem que métodos para otimizar o rendimento através do controle do índice de área foliar são discutíveis.

A remoção quer seja de brotos ou de folhas, que promove a redução da área foliar e que reduz o porte da planta do tomateiro é uma prática que tem sido utilizada. No entanto, os seus efeitos sobre a produtividade têm sido variáveis, tanto nos trabalhos encontrados na literatura quanto no trabalho em discussão. Pode-se observar que houve diferentes respostas das plantas. O cultivar Fanny respondeu de forma positiva ao desfolhamento e Olympo foi indiferente, mesmo sendo cultivares de hábito de crescimento indeterminado. O cultivar Empire, de hábito determinado sofreu influência negativa na produtividade, com o aumento da desfolha.

Conclusão

A resposta da planta aos diferentes níveis de desfolha depende da cultivar, do hábito de crescimento e da estatura das plantas, pois a combinação desses fatores resulta em dosséis com diferentes potenciais para a fotossíntese, assim como diferentes pontos de equilíbrio entre massa vegetativa e reprodutiva, numa perspectiva de otimização da produtividade.

Referências

- AGRIANUAL. **Anuário de Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2006.
- AUNG, L.H.; KELLY, W.C. Influence of Defoliation on Vegetative, Floral and Fruit Development in Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Journal of American Society for horticultural Science**, Alexandria, v. 89, p. 563-570, 1966.
- BERTIN, N. Competition for Assimilates and Fruit Position Affect Fruit Set in Indeterminate Greenhouse Tomato. **Annals of Botany**, London, v. 75, p. 55-65, 1995.
- BORRAZ, C.J.; CASTILHO, S.F.; ROBELES, E.P. Efectos del Despunte y la Densidad de Población Sobredos Variedades de Jitomate, en Hidroponía Bajo Envernadero. **Chapingo**, Carretera, v. 14, n. 73/74, p. 26-30, 1991.
- FAO. Disponível em : <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em maio 2006.
- GARBI, C.; MARTINEZ, S.; SOMOZA, J. La Defoliacion del Toma-

- te Induce Aumentos de la Biomassa Foliar y del Rendimiento. In: REUNION ARGENTINA DE FISILOGIA VEGETAL, 21., 1998, Mar del plata. **Actas...** Buenos Aires: Sociedad Argentina de Fisiologia vegetal, 1998. p.154-155.
- HEUVELINK, E. Re-interpretation of an Experimental on the Role os Assimilate Transport Resistance in Partitioning in Tomato. **Annals of Botany**, London, v. 78, p. 467-470, 1996.
- _____. ; BAKKER, M.J.; ELINGS, A.; KAARSEMAKER, R.C.; MARCELIS, L.F.M. Effect of Leaf Area on Tomato Yield. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 691, p. 43-50, 2005.
- KANYOMEKA, L.; SHIVUTE, B. Influence of Pruning on tomato Production Under Controlled Environments. **Agricultura Tropica et Subtropica**, Praga, v. 38, n. 2, p. 79-81, 2005.
- MARCANO, R. B. Efecto de Diferentes Niveles de defoliacion Artificial sobre los Rendimientos del Tomate, en Diferentes Etapas de Crecimiento del Cultivo. **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 46, n. 2, p. 209-217, 1996.
- MARTINEZ, S.; ASBORNO, M.; GARBI, M.; GRIMALDI, C. Uso de la Radiación Global Disponible por Plantas de Tomate Defoliadas. CONGRESO LATINO-AMERICANO DE HORTICULTURA, 9.; CONGRESO AGRONÓMICO DE CHILE, 49. **Guía de Resúmenes...** Santiago, 1998.
- _____. ; GRIMALDI, M.C.; GARBI, M.; ARTUR, M. Efecto de la Defoliación en Tres Momentos Fenológicos Sobre el Rendimiento en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero. **Agricultura Técnica**, Chillán, v. 61, n. 4, p. 522-526, 2001.
- MASCHIO, L. M. A.; SOUSA, G. F. Adubação Básica, Nitrogênio em Cobertura, Espaçamento e Desbrota na Produção do Tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 9, p.1309-1315, 1982.
- NOMURA, E. S.; CARDOSO, A. I. I. Redução de Área Foliar e o Rendimento do Pepino Japonês. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 257-261, 2000.
- PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, G. R. Comportamento da Fonte e do Dreno em Tomateiro após a Poda Apical acima do Quarto Cacho. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 510-514, 1999.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão Química de Fertilidade do Solo. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 394 p.
- TANAKA, A.; FUJITA, K. Nutrio-Physiological Studies on the Tomato Plant. IV Source-Sink Relationship and Struture of the Source-Sink Unit. **Soil Science and Plant Nutrition**, Weinheim, v. 20, p. 305-315, 1974.

Influência da densidade e velocidade de semeadura no crescimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), em semeadura direta¹

Jorge Dubal Martins², Henrique Debiasi³, Evandro Luiz Missio⁴

Resumo - Avaliou-se o efeito da densidade (30, 60 e 90 kg/ha de sementes viáveis) e da velocidade de semeadura (3,2; 5,3; 6,9 e 8,2 km/h) no crescimento da aveia preta, submetida a um pastejo intensivo, em um experimento conduzido sob semeadura direta em São Gabriel/RS. O número de perfilhos por planta e de colmos por m² foi afetado pela densidade, mas não pela velocidade de semeadura. Antes do pastejo, a massa seca da planta e do colmo principal e a produção de massa seca foram maiores para as velocidades mais altas. Observou-se ainda uma maior produção de massa seca e estatura de planta nas densidades de 60 e 90 kg/ha e uma redução na relação folha/colmo e na massa específica da planta, do colmo principal e dos perfilhos, com o aumento da densidade. À exceção da massa da planta, da estatura, do número de perfilhos por planta e de colmos por m², as demais variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos, após o pastejo.

Palavras-chave: população de plantas, semeadoras, semeadura direta, perfilhamento, produção de massa seca.

Seeding rate and velocity influence on black oat (*Avena strigosa* Schreb.) growth, under no-tillage conditions

Abstract - An experiment under no-tillage conditions was carried out in São Gabriel/RS, to evaluate the influence of seeding rate (30, 60 and 90 kg/ha of viable seeds) and velocity (3,2; 5,3; 6,9; and 8,2 km/h) on black oat growth, which was submitted to a intensive cattle grazing. Number of tillers per plant and culms per m² were affected by seeding rate, but not by seeding velocity. Before grazing, plant and principal culm dry matter such as total dry matter production were bigger for higher seeding velocities. Major total dry matter production was observed for seeding rates of 60 and 90 kg/ha. Higher seeding rates reduced leaf/culm ratio and plant, principal culm and tillers dry matter. After grazing, all variables were not influenced by the treatments, excepting plant dry matter, stature and number of tillers per plant and culms per m².

Keywords: plant population, seeders, no-tillage, tillering, dry matter production.

¹ Pesquisa financiada com recursos da FEPAGRO.

² Zootecnista, M. Sc., Centro de Pesquisa de Forrageiras, FEPAGRO, BR 290, km 412, C.P. 18, CEP 97300-000, São Gabriel/RS, (0xx55) 3232.5411. E-mail: jorge-martins@fepagro.rs.gov.br.

³ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFRGS. E-mail: henridebiasi@yahoo.com.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Centro de Pesquisa de Sementes, FEPAGRO. E-mail: evandro-missio@fepagro.rs.gov.br.

Recebido para publicação em 29/05/2006

Introdução

Dentre os fatores que podem influenciar o crescimento da aveia preta, encontra-se a população de plantas. A escolha da população de plantas adequada para uma determinada espécie influencia a capacidade de perfilhamento (PELTONEN-SAINIO, 1997; ARGENTA et al., 2001), podendo resultar na compensação de espaços vazios existentes na lavoura (MUNDSTOCK, 1999). O perfilhamento depende das condições climáticas, das práticas de manejo adotadas (especialmente a população de plantas) e da cultivar utilizada (PELTONEN-SAINIO e JÄRVINEN, 1995; MUNDSTOCK, 1999).

As gramíneas respondem à redução na população aumentando o número de perfilhos por planta (PELTONEN-SAINIO e JÄRVINEN, 1995; ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001; ZAGONEL et al., 2002), pois menores populações diminuem a competição intra-específica (ARGENTA et al., 2001) e potencializam a qualidade da luz que chega às plantas (ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001). Para Rosseto e Nakagawa (2001), a aveia preta é caracterizada como uma espécie de grande capacidade de perfilhamento, podendo emitir até 17 perfilhos por planta. Outra alternativa para a planta compensar menores populações engloba o aumento da massa seca dos perfilhos e do colmo principal (PELTONEN-SAINIO e JÄRVINEN, 1995). Pesquisas têm demonstrado que a produção de massa seca de aveia preta é maior para densidades mais elevadas no início do desenvolvimento, tendendo a desaparecer durante o ciclo da cultura, especialmente após a realização de corte (ALVIM e MARTINS, 1986; SCHUCH et al., 2000; FLARESSO et al., 2001).

Embora a literatura apresente trabalhos relacionados ao efeito da densidade sobre o crescimento da aveia preta, o comportamento nela evidenciado pode não se repetir em outros locais ou anos (o perfilhamento depende das condições climáticas), ou quando a aveia preta é utilizada em pastejo direto. Além disso, tais pesquisas foram implementadas via semeadura manual, a uma profundidade e com uma distribuição de sementes uniforme e adequada. Isto não ocorre na semeadura mecanizada, pois a maioria das semeadoras com espaçamento entrelinhas reduzido não permite um controle eficiente da profundidade de semeadura. Em profundidades de semeadura desuniformes e superiores a 3 cm, o número de perfilhos emitidos e a produção de massa seca do colmo principal e dos perfilhos são reduzidos (ALVES et al., 2004). A semeadura executada em altas velocidades também pode diminuir a população de plantas e aumentar a desuniformidade de deposição das sementes (SILVEIRA, 1992; TOURINO e DANIEL, 1996).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da densidade e da velocidade de semeadura no crescimento da aveia preta, implantada em semeadura direta e submetida a pastejo direto, na região da Campanha do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa de Forrageiras da FEPAGRO, em São Gabriel/RS. O local apresenta um clima do tipo Cfa (subtropical úmido com verões quentes), segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961). O solo é um ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico (EMBRAPA, 1999), com um teor de argila de 360 g/kg. No momento da semeadura, a umidade gravimétrica do solo era de 238 g/kg e sua densidade de 1,45 Mg/m³. A área não era cultivada há cinco anos,

de forma que a vegetação existente já era bastante semelhante a dos campos nativos da região. Foram executadas duas dessecações, sendo a primeira aos 90 e a segunda aos 27 dias antes da semeadura, utilizando-se glifosato nas doses de, respectivamente, 1,44 e 0,72 kg i.a./ha.

A aveia preta cv. "comum" foi semeada em 29/05/2003, utilizando-se uma semeadora-adubadora equipada com dosadores de semente e adubo dos tipos rotor acanalado e rotor dentado, respectivamente. Os sulcos foram abertos a uma distância de 0,2 m entre si, por sulcadores do tipo facão guilhotina, regulados para uma profundidade de trabalho de 7 cm. As sementes e o adubo (225 kg/ha de NPK 05-20-20) foram depositados no mesmo sulco, a uma profundidade teórica de 2-3 cm. As sementes foram tratadas com triadimenol (fungicida) e imidaclopride (inseticida), nas doses de 40 e 60 g i.a./ha, respectivamente.

O experimento constituiu-se num bifatorial com parcelas subdivididas, em blocos ao acaso e três repetições. Cada parcela, com 70 m de comprimento e 2,2 m de largura, englobou 11 linhas de semeadura, o que equivaleu a uma passada da semeadora. Em cada parcela, as avaliações foram executadas nas 7 linhas centrais e numa extensão de 30 m (bordadura de 20 m em cada extremidade). Foram testadas três densidades de semeadura (30, 60 e 90 kg/ha de sementes viáveis, para atingir populações de 150, 300 e 450 plantas/m²), alocadas nas parcelas principais, e quatro velocidades de semeadura (3,2; 5,3; 6,9; e 8,2 km/h), distribuídas nas subparcelas.

A primeira adubação de cobertura foi aplicada aos 32 dias após a semeadura (DAS), com 22,5 kg/ha de N na forma de uréia e 30 kg/ha de potássio na forma de cloreto. O pastejo foi realizado aos 70 DAS, com uma carga de 6.800 kg/ha de peso vivo, durante quatro dias. A segunda adubação de cobertura foi realizada aos 11 dias após a saída dos animais, aplicando-se 22,5 kg/ha de N (uréia). Quando as plantas encontravam-se em florescimento (130 DAS), aplicou-se o fungicida tebuconazole, na dose de 150 g i.a./ha e volume de calda de 150 l/ha, visando ao controle das ferrugens (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae* e *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*) e da helmintosporiose (*Pyrenophora avenae*).

As variáveis determinadas foram: (1) número de plantas por m² – 18 amostras por subparcela, cada uma constituída pela contagem das plantas existentes em 2 m lineares; (2) % de emergência - $[(1/y) \times 100]$, sendo y a população esperada (150, 300 ou 450 plantas por m²); (3) número de perfilhos por planta - arranquio de 10 plantas por subparcela e posterior separação em colmo principal e perfilhos; (4) número de perfilhos por m² - $(1) \times (3)$; (5) número de colmos por m² - $(1) + (4)$; (6) produção de massa verde – 6 amostras por subparcela, englobando o corte, a 5 cm acima do solo, das plantas delimitadas por um quadro de 0,4 x 0,5 m, disposto de tal forma a conter duas linhas de semeadura; (7) produção de massa seca - secagem do material usado para a determinação da variável (6), a uma temperatura de 65° C, até massa constante; (8) proporção de perfilhos na massa seca - secagem a 65°C e posterior pesagem dos colmos principais (cp) e perfilhos (perf) separados na determinação da variável (3), sendo as massas usadas na fórmula: $perf/(cp + perf)$; (9) proporção de colmos principais na massa seca - $[1 - (8)]$; (10) massa seca dos perfilhos - $\{[(7) / 10] \times (8)\} / (4)$; (11) massa seca do colmo principal - $\{[(7) / 10] \times (9)\} / (1)$; (12) massa seca da planta - $\{[(7) / 10] \times (3)\} / (1)$; (13) massa seca de todos os perfilhos de uma planta - $(10) \times (3)$; (14) estatura de planta - 6 leituras por subparcela, medindo-se a distância vertical do solo até o ponto de máxima

curvatura da folha mais alta ou até o ápice da panícula; (15) relação folha/colmo - as amostras usadas para determinar a variável (6) foram homogeneizadas, retirando-se uma subamostra (aproximadamente 400 g) de plantas, as quais foram separadas em colmos e folhas, secas a 65°C e pesadas, de forma a obter a massa seca de folhas (MSF) e colmos (MSC); a relação folha/colmo foi obtida por MSF/MSC . As avaliações foram executadas em quatro épocas: época 1 - antes do pastejo (70 DAS); época 2 - 3 dias após o pastejo (3 DAP); época 3 - 45 dias após o pastejo (45 DAP); e época 4 - 90 dias após o pastejo (90 DAP, quando as sementes da cultura estavam prontas para serem colhidas). As variáveis (6), (7) e (14) foram determinadas em todas as épocas; a (15) não foi medida na época 2; as variáveis (1), (3), (4), (5), (8), (9), (10), (11), (12) e (13) foram medidas nas épocas 1 e 3; e a variável (2) foi determinada somente na época 1.

Para a análise estatística, empregou-se o programa SOC - EMBRAPA. Os dados foram submetidos à análise da variância e de regressão. As variáveis (1), (4) e (5) foram submetidas à transformação raiz quadrada, enquanto que a variável (2), à transformação arco-seno.

Resultados e Discussão

As médias, coeficientes de variação e a significância dos modelos de regressão são apresentados na Tabela 1. A análise da variância mostrou que não houve interação entre densidade e velocidade de semeadura para as variáveis determinadas. Verificase que 57% das sementes viáveis emergiram (Tabela 1). Como

nenhum fator ambiental adverso foi observado e as sementes foram tratadas contra fungos e insetos, a explicação mais provável para este fato relaciona-se à elevada umidade (238 g/kg) no momento da semeadura. Conforme observado no campo, tal fato implicou no espelhamento do sulco e formação de agregados de grande tamanho, o que pode ter resultado num contato solosemente inadequado e numa profundidade de semeadura superior a considerada ideal (2-3 cm).

Observa-se na Figura 1b que houve uma resposta linear positiva na população de plantas, antes do pastejo e aos 45 DAP, para o aumento da densidade de semeadura. O pastejo diminuiu a população de plantas em quase 35%, a qual passou de 171 para 113 plantas por m² (Tabela 1). Essa redução não foi homogênea entre as densidades de semeadura. Para a densidade de 30 kg/ha, não houve redução; já para as densidades de 60 e 90 kg/ha, observou-se uma diminuição na população de 37% e 53%, respectivamente. Estes tratamentos apresentavam os pontos de crescimento mais elevados no momento do pastejo, devido a maior estatura de planta (Figura 6a). Assim, muitas plantas morreram devido à perda dos meristemas apicais. Ainda, a competição intra-específica, característica de populações mais elevadas (ARGENTA et al., 2001), pode ter resultado em plantas mais sensíveis ao pisoteio. As velocidades de semeadura não influenciaram a população de plantas, o que, em parte, é respaldado por Silveira (1992), que não encontrou resposta para o número de sementes de arroz distribuídas em função das velocidades de semeadura, considerando uma semeadora equipada com o mesmo dosador de sementes.

TABELA 1 - Média, coeficiente de variação (CV %) e modelos ajustados para as variáveis medidas.

Variável	Média	Densidade		Velocidade	
		CV (%)	Modelo ¹	CV (%)	Modelo ¹
Antes do pastejo (70 DAS ²)					
% de emergência	56,94	11,14	n.s.	10,30	n.s.
Número de colmos por m ²	664	10,61	Linear	9,00	n.s.
Número de plantas por m ²	171	6,37	Linear	4,57	n.s.
Número de perfilhos por m ²	492	12,76	Linear	11,08	n.s.
Número de perfilhos por planta	3,16	14,62	Linear	12,47	n.s.
Massa verde - MV (kg/ha)	11934	11,45	Quadrático	15,04	n.s.
Massa seca - MS (kg/ha)	1347	7,79	Quadrático	12,08	linear
MS específica perfilhos (g)	0,166	20,77	Linear	26,63	n.s.
MS específica colmo principal (g)	0,392	12,76	Linear	18,82	linear
MS específica planta (g)	0,923	15,52	Linear	18,82	linear
MS perfilhos de uma planta	0,531	29,87	Linear	30,11	n.s.
Relação folha/colmo	2,84	10,85	Linear	17,80	n.s.
Estatura de planta (cm)	39,89	6,94	Linear	6,30	n.s.
3 dias após o pastejo					
Massa verde (kg/ha)	3745	22,51	Linear	21,68	n.s.
Massa seca (kg/ha)	532	30,36	Linear	19,95	n.s.
Estatura de planta (cm)	22,68	4,39	Linear	8,94	n.s.
45 dias após o pastejo					
Número colmos por m ²	601	4,49	Linear	4,95	n.s.
Número de plantas por m ²	113	2,55	Linear	13,33	n.s.
Número de perfilhos por m ²	488	8,12	n.s.	6,44	n.s.
Número de perfilhos por planta	4,48	10,65	Linear	15,17	n.s.
Massa verde (kg/ha)	17578	21,55	n.s.	11,67	n.s.
Massa seca (kg/ha)	2442	21,53	n.s.	13,79	n.s.
MS específica perfilhos (g)	0,352	43,63	n.s.	21,98	quadrático
MS específica colmo principal (g)	0,826	31,51	n.s.	22,81	n.s.
MS específica planta (g)	2,440	34,13	Linear	30,81	n.s.
MS perfilhos de uma planta	1,614	55,80	Linear	43,49	n.s.
Relação folha/colmo	0,52	15,14	n.s.	15,65	n.s.
Estatura de planta (cm)	70,37	15,03	n.s.	7,90	n.s.
Colheita					
Massa verde (kg/ha)	5336	14,66	n.s.	17,12	n.s.
Massa seca (kg/ha)	4263	17,29	n.s.	12,92	n.s.
Relação folha/colmo	0,17	20,77	n.s.	22,63	linear
Estatura de planta	108,58	3,18	Linear	3,90	n.s.

¹ n.s. não significativo

² DAS: dias após a semeadura

A Figura 1a mostra que, tanto antes do pastejo, quanto aos 45 DAP, o número de colmos por m² aumentou linearmente em função do incremento na densidade de semeadura. Após o pastejo, nas densidades de 60 e 90 kg/ha, houve uma redução no número de colmos por m² de, respectivamente, 10 e 26%, enquanto que o tratamento 30 kg/ha apresentou comportamento inverso. Isto se relaciona à diminuição da população de plantas aos 45 DAP, observada para as densidades de 60 e 90 kg/ha (Figura 1b). Embora o número de perfilhos por planta tenha sido menor nas densidades mais elevadas (Figura 1d), o maior número de plantas por m²

(Figura 1b) fez com que o número de perfilhos por m² antes do pastejo aumentasse para as maiores densidades (Figura 1c), contrariando os resultados expostos em Peltonen-Sainio e Järvinen (1995). A média de perfilhos por m² (Tabela 1) foi cerca de 2,5 vezes menor que a encontrada por Reis et al. (1993), em experimento realizado em São Paulo. Aos 45 DAP, não houve resposta da variável perfilhos por m² à variação na densidade (Tabela 1), pois o maior número de plantas por m² nas densidades maiores (Figura 1b) apenas compensou a maior quantidade de perfilhos por planta obtida na densidade de 30 kg/ha.

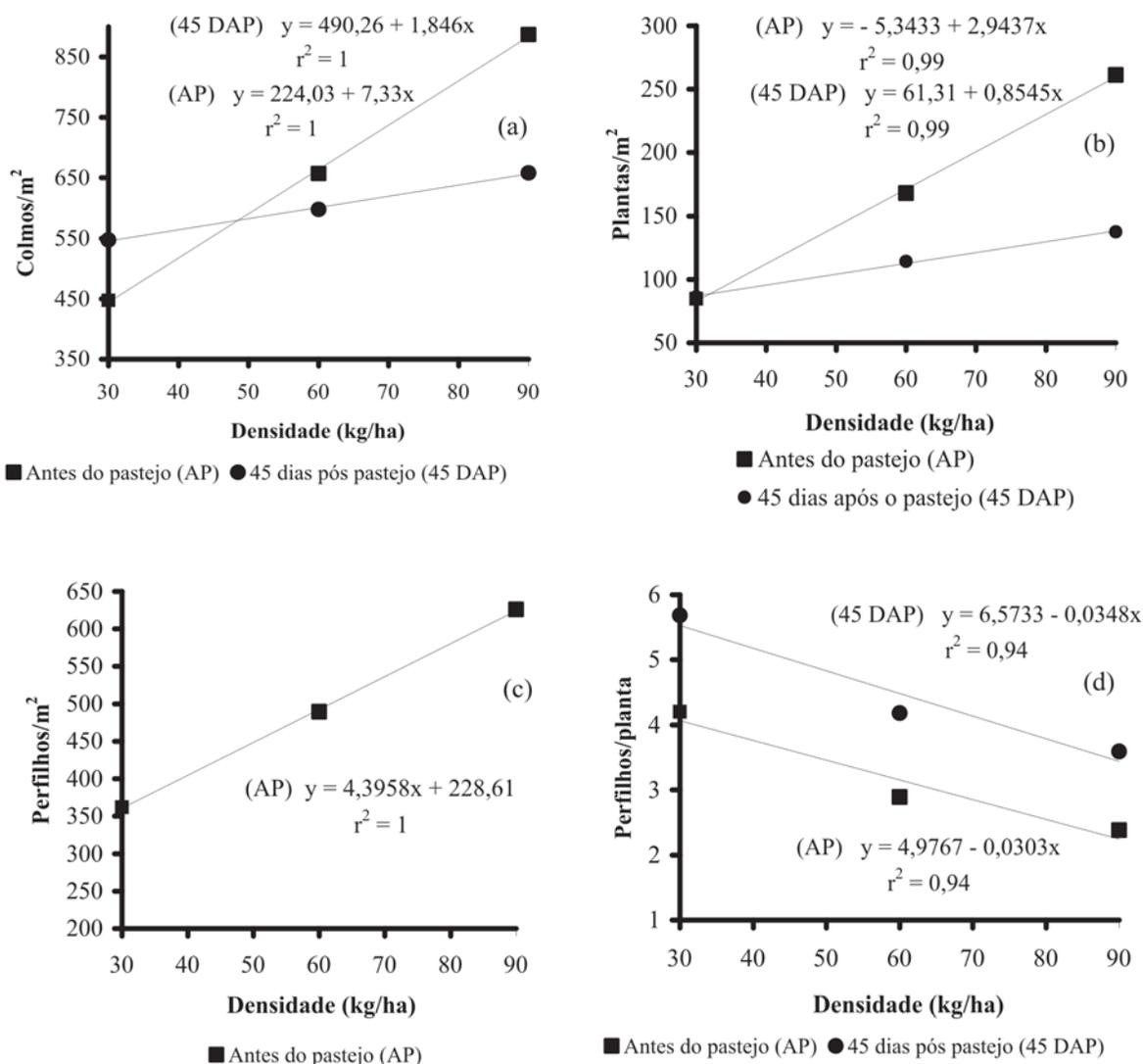


FIGURA 1 - População de plantas (b) e perfilhamento (a, c, d) de aveia preta antes do pastejo e aos 45 DAP, em função das densidades de semeadura.

A produção de massa verde (MV) e seca (MS) antes do pastejo respondeu de forma quadrática ao aumento da densidade de semeadura (Figura 2). As produções máximas de MV e MS foram de, respectivamente, 13.829 e 1.549 kg/ha, sendo obtidas em densidades próximas a 80 kg/ha de sementes viáveis (230 plantas/

m²). A produção de MV e MS medida aos 3 DAP (Figura 2) também foi maior nas densidades de semeadura mais elevadas. Embora os modelos que caracterizam a produção de MV e MS antes do pastejo e aos 3 DAP tenham sido diferentes, a Figura 2 mostra que o consumo de MV e MS assemelhou-se entre as

densidades de semeadura, indicando que o pastejo foi uniforme. Nas avaliações realizadas aos 45 DAP e na colheita, as densidades de semeadura não influenciaram significativamente a produção de

MV e MS (Tabela 1), concordando com Alvim e Martins (1986), Schuch et al. (2000) e Flaresso et al. (2001).

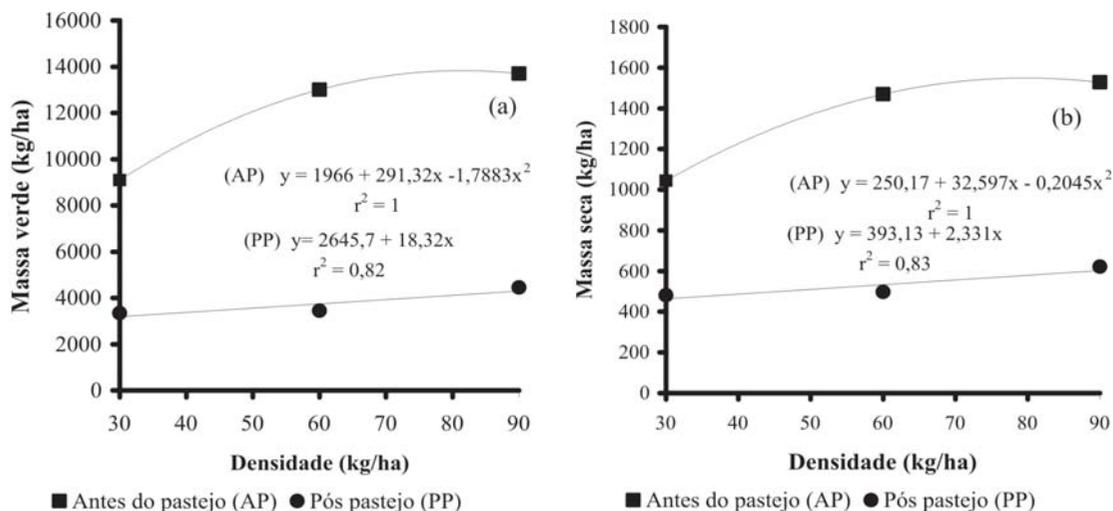


FIGURA 2 - Produção total de massa verde (a) e seca (b) de aveia preta antes do pastejo e aos 3 DAP, em função da densidade de semeadura.

A menor competição intra-específica justifica o comportamento linear e inversamente proporcional da MS da planta, dos perfilhos, do colmo principal e de todos os perfilhos de uma planta, antes do pastejo, em relação à densidade de semeadura (Figura 3a). Este comportamento também foi observado por Peltonen-Sainio e Järvinen (1995), em aveia branca, e Zagonel et al. (2002), em trigo. A maior MS da planta e suas componentes, na densidade de 30 kg/ha, não foi suficiente para compensar o maior número de plantas observado nos tratamentos de 60 e 90 kg/ha de sementes viáveis, o que resultou numa maior produção de MS antes do pastejo nestas densidades.

dos perfilhos na MS diminui com o incremento da densidade de semeadura, passando de 63% com 30 kg/ha para 47% com 90 kg/ha.

Comparando-se a MS do colmo principal e a MS de todos os perfilhos de uma planta (Tabela 1), verifica-se que a participação

Aos 45 DAP, a Figura 3b mostra que a MS da planta diminuiu linearmente com o incremento na densidade de semeadura. Tal comportamento pode ser atribuído à MS de todos os perfilhos de uma planta, cujos valores também foram reduzidos de forma linear com o aumento da densidade. Como a MS específica dos perfilhos não foi afetada pelas densidades aos 45 DAP (Tabela 1), o aumento na MS de todos os perfilhos deveu-se ao maior número de perfilhos por planta. O modelo de regressão para a MS específica do colmo principal, em função das densidades de semeadura, também não foi significativo (Tabela 1).

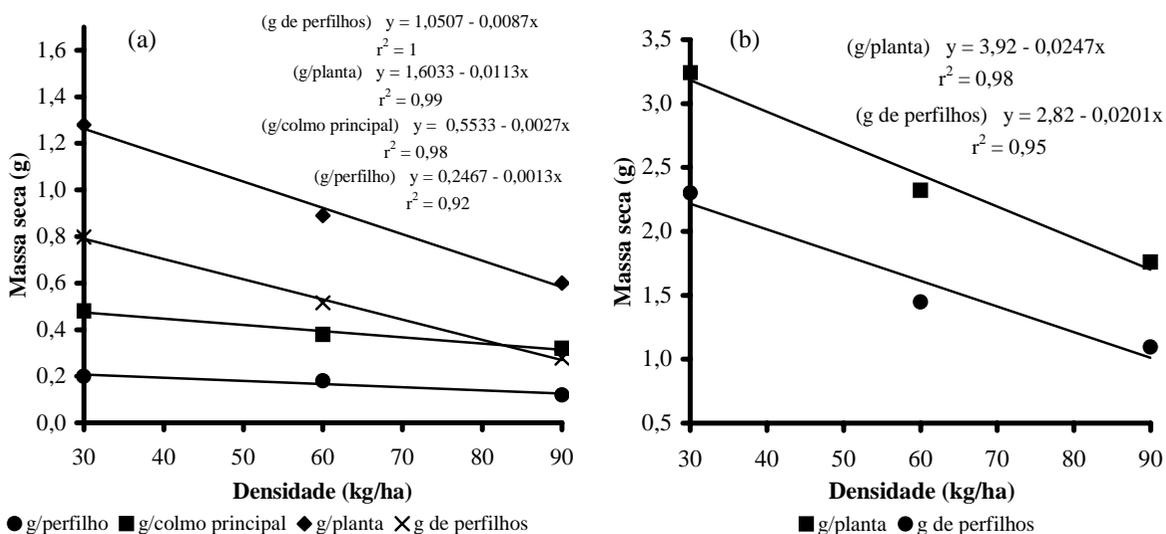


FIGURA 3 - Massa seca dos perfilhos, do colmo principal e da planta e massa seca de todos os perfilhos de uma planta antes do pastejo (a) e aos 45 DAP (b), em função da densidade de semeadura.

A maior MS da planta na densidade de sementeira de 30 kg/ha, aos 45 DAP, compensou o maior número de plantas por m² observado nas demais densidades, de forma que a produção total de MS não respondeu significativamente a este fator. A compensação foi possível devido a menor diferença no número de plantas por unidade de área entre as densidades de sementeira aos 45 DAP, comparativamente a antes do pastejo (Figura 1b). Da mesma forma, a diferença na MS da planta entre a maior e a menor densidade aumentou. Antes do pastejo, o valor desta variável era cerca de 65% superior para a densidade de 30 kg/ha em relação a de 90 kg/ha, passando para 85% aos 45 DAP.

A produção de MS antes do pastejo foi influenciada de maneira linear e positiva pelas velocidades de sementeira (Figura 4). Este resultado contraria alguns trabalhos (SILVEIRA, 1992; TOURINO e DANIEL, 1996; KLEIN et al., 2002), os quais indicam que elevadas velocidades de sementeira são prejudiciais à produtividade das culturas, devido à redução na população de plantas resultante da distribuição de um menor número de sementes e da danificação mecânica das mesmas. Conforme a Figura 5a, o aumento na produção de MS sob maiores velocidades de sementeira está relacionado a maior MS específica da planta, e esta, por sua vez, a maior MS específica do colmo principal, pois tanto o número de plantas por m² quanto a MS específica dos perfilhos não variaram com as velocidades de sementeira (Tabela 1). Aos 45 DAP, as diferenças na produção de MS e na MS específica da

planta e do colmo principal, em função das velocidades de sementeira, não se repetiram (Tabela 1); nesta avaliação, a MS específica dos perfilhos respondeu de forma quadrática ao aumento da velocidade de sementeira (Figura 5b).

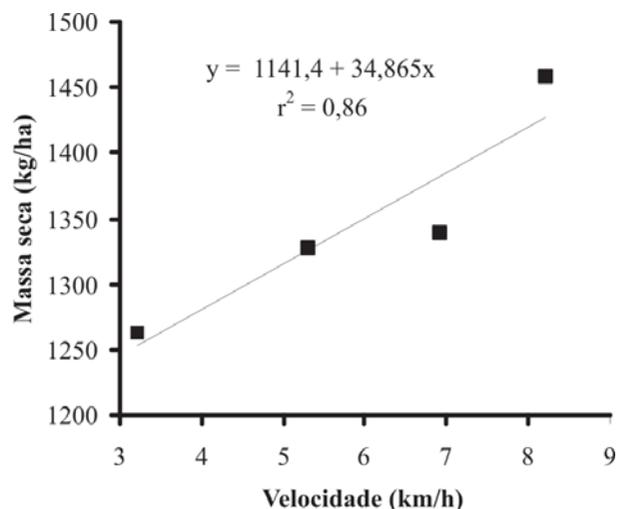


FIGURA 4 - Produção de massa seca de aveia preta antes do pastejo, em função da velocidade de sementeira.

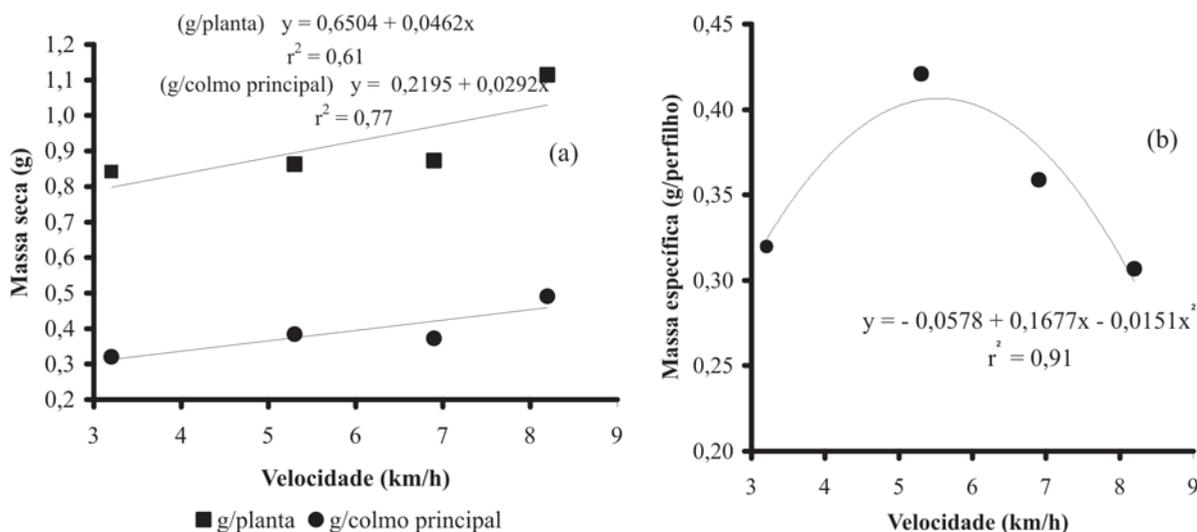


FIGURA 5 - Massa seca específica da planta e do colmo principal antes do pastejo (a) e dos perfilhos aos 45 DAP (b) de aveia preta, em função da velocidade de sementeira.

O maior vigor observado no colmo principal sob maiores velocidades de sementeira, antes do pastejo, pode estar relacionado a elevada umidade do solo durante a sementeira (238 g/kg). Em função disso, nas menores velocidades, observou-se no campo que os agregados resultantes e o espelhamento foram maiores, o que pode ter resultado num inadequado contato solo-semente. Assim, a semente poderia ter gasto mais reservas para emergir, gerando plântulas mais fracas. Além disso, a forma de deposição

das sementes permite que, em ocorrendo o espelhamento das paredes laterais do sulco, as sementes sejam depositadas a uma maior profundidade, o que reduz a MS do colmo principal (ALVES et al., 2004). Neste sentido, velocidades de sementeira mais altas aumentam a expulsão de solo do sulco durante a sua abertura (KLEIN et al., 2002), o que pode ter diminuído a profundidade de sementeira e, dessa forma, favorecido o crescimento inicial das plantas de aveia preta.

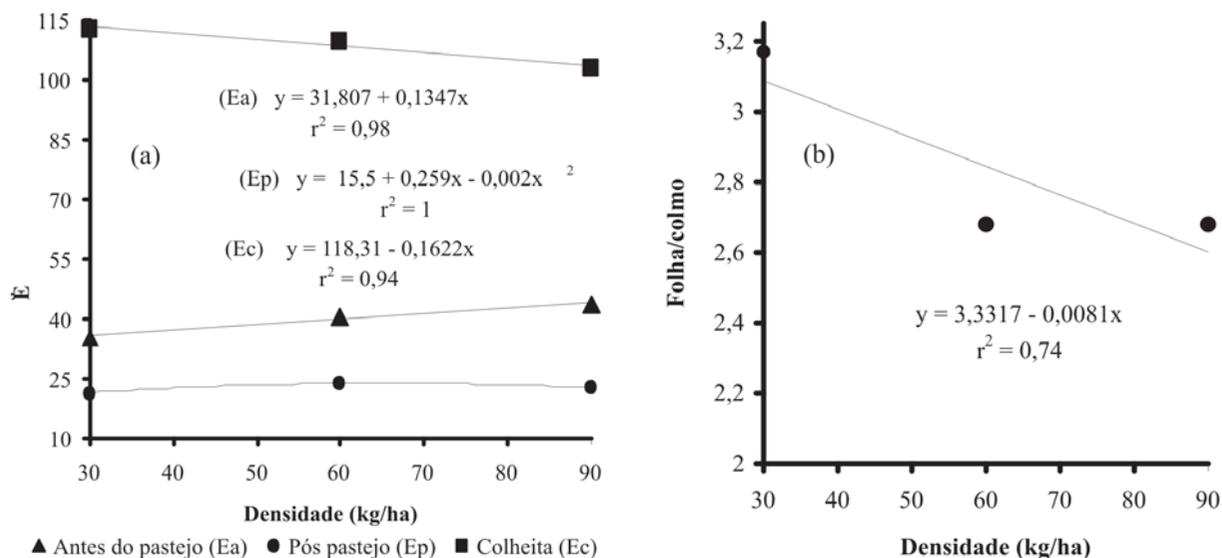


FIGURA 6 - Estatura das plantas de aveia preta em diferentes épocas de avaliação (a) e relação folha/colmo antes do pastejo (b), em função da densidade de semeadura.

A estatura de planta antes do pastejo (Figura 6a) aumentou linearmente com o incremento da densidade de semeadura, o que pode ser explicado pela dominância apical, estimulada por maiores populações de plantas (ARGENTA et al., 2001). Imediatamente após o pastejo, esta variável apresentou um comportamento quadrático; porém, a magnitude das diferenças foi pequena (aproximadamente 2,5 cm), de forma que, na prática, o pastejo uniformizou a estatura de planta. Aos 45 DAP, as diferenças não foram significativas (Tabela 1) e, aos 90 DAP, a estatura diminuiu linearmente com o incremento da densidade de semeadura, assemelhando-se aos resultados obtidos por Peltonen-Sainio e Järvinen (1995), em aveia branca. Provavelmente, após o pastejo, a dominância apical foi quebrada, tornando-se menos importante que o maior espaço disponível (menor competição), propiciando um crescimento em altura mais acentuado para a menor densidade de semeadura.

Analisando-se a Figura 6b, observa-se que a relação folha/colmo antes do pastejo decresceu de forma linear com o aumento na densidade de semeadura, o que não se repetiu para as avaliações posteriores (Tabela 1). Verifica-se ainda que as diferenças entre as densidades de semeadura de 60 e 90 kg/ha foram pequenas; já a densidade de 30 kg/ha apresentou um comportamento diferenciado. Isto pode ser atribuído ao menor alongamento do colmo na densidade de 30 kg/ha, comprovado pela menor estatura de planta neste tratamento (Figura 6a). Já o aumento na velocidade de semeadura causou um decréscimo linear na relação folha/colmo por ocasião da colheita (Figura 7). Esta tendência já havia sido detectada nas avaliações realizadas antes do pastejo e aos 45 DAP, embora os modelos não tenham sido significativos. O comportamento anteriormente descrito é difícil de ser explicado; porém, uma das causas para a diminuição da relação folha/colmo em razão do incremento na velocidade de semeadura pode estar relacionada ao maior vigor inicial das plantas nas maiores velocidades (Figura 5a).

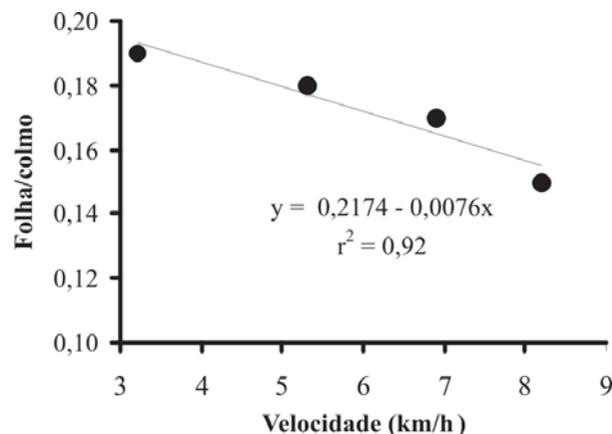


FIGURA 7 - Comportamento da relação folha/colmo, por ocasião da colheita de aveia preta, em função da velocidade de semeadura.

Conclusões

1) A aveia preta, mesmo nas velocidades de semeadura mais elevadas e a partir do pastejo, compensou baixas populações através do aumento no número de perfilhos por planta e na massa seca específica dos perfilhos e do colmo principal, de forma que diferenças na produção de massa seca foram observadas apenas na fase inicial da cultura.

2) Incrementos na velocidade de semeadura induziram a um aumento na produção de MS no período inicial de desenvolvimento da aveia preta, pela maior MS específica do colmo principal.

Referências

- ALMEIDA, M. L. de; MUNDSTOCK, C. M. O Afilhamento da Aveia Afetado pela Qualidade da Luz em Plantas sob Competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p. 393-400, 2001.
- ALVES, A. C.; ALMEIDA, M. L. de; LIN, S. S.; VOGT, G. A. Emissão do Afilho do Coleóptilo em Genótipos de Aveia e em Diferentes Condições de Estresses e Manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p. 385-391, 2004.
- ALVIM, M. J.; MARTINS, C. E. Efeito da Densidade de Semeadura sobre a Produção de Matéria Seca da Aveia e do Azevém, em Cultivos Puros ou Consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.15, n.4, p. 285-296, 1986.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. DA; SANGOI, L. Arranjo de Plantas em Milho: Análise do Estado-da-Arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p. 1075-1084, 2001.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: SPI, 1999. 412p.
- FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Época e Densidade de Semeadura de Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n.6, p. 1969-1974, 2001.
- KLEIN, V. A.; SIOTA, T. A.; ANESI, A. L.; BARBOSA, R. Efeito da Velocidade na Semeadura Direta de Soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.75-82, 2002.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1961. 41p.
- MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e Manejo Integrado da Lavoura de Trigo**. Porto Alegre : ed. do Autor, 1999. 228p.
- PELTONEN-SAINIO, P.; JÄIRVINEN, P. Seeding Rate Effects on Tillering, Grain Yield and Yield Components of Oat at High Latitude. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.40, p. 49-56, 1995.
- PELTONEN-SAINIO, P. Groats Yield and Plant Stand Structure of Naked and Hulled Oat under Different Nitrogen Fertilizer and Seeding Rates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, p.140-147, 1997.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. de A.; VIEIRA, R. D.; GUIMARÃES, P. H. P. Produção e Qualidade de Sementes de Aveias Forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.12, p. 1425-1430, 1993.
- ROSSETTO, C. A. V.; NAKAGAWA, J. Época de Colheita e Desenvolvimento Vegetativo de Aveia Preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.731-736, 2001.
- SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. de; MAIA, M. de S. Vigor de Sementes e Análise de Crescimento de Aveia Preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000.
- SILVEIRA, D. R. da. **Desempenho de dois Mecanismos Dosadores de Sementes Operando em Diferentes Velocidades e Razões de Distribuição na Semeadura de Arroz**. Santa Maria : UFSM, 1992. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Mecanização Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1992.
- TOURINO, M. C. C.; DANIEL, L. A. Avaliação da Uniformidade de Distribuição de Sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.2, p. 238-244, 1996.
- ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de Nitrogênio e Densidades de Plantas com e sem um Regulador de Crescimento Afetando o Trigo, Cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p. 25-29, 2002.

Levantamento populacional de percevejos e da incidência de parasitóides de ovos em cultivos orgânicos de soja

Régis Sivori Silva dos Santos¹

Resumo - O presente estudo tem como objetivos identificar as espécies e os níveis populacionais de percevejos-praga e de seus parasitóides de ovos em campos de soja sob manejo orgânico. O estudo foi realizado no ano agrícola 2004/05 em três lavouras de soja sob cultivo orgânico localizadas nos municípios de Três de Maio, São José do Inhacorá e Três Passos no estado do Rio Grande do Sul. Em cada lavoura demarcaram-se duas parcelas de 1800 m² que consistiram as unidades experimentais. Populações de percevejos foram monitoradas por amostragens semanais com pano de batida em seis pontos aleatórios em cada parcela. Paralelamente foram vistoriadas seis plantas aleatórias e coletadas todas as posturas de percevejos existentes. Foram coletados 400 percevejos, a espécie *Piezodorus guildinii* foi a mais freqüente (53,75%), seguida de *Nezara viridula* (17,75%), *Dichelops furcatus* (12%), *Edessa meditabunda* (7%) e *Acrosternum impicticorne* (4,75%). Dos 2660 ovos coletados, 153 (5,75%) estavam parasitados e de 87 (56,86%) emergiram parasitóides. O parasitismo ocorreu apenas em posturas de *N. viridula*, *D. furcatus* e *A. impicticorne*., Registrou-se a ocorrência de cinco espécies de parasitóides: *Trissolcus basal*, *Trissolcus urichi*, *Trissolcus brochymenae*, *Telenomus* sp. e *Telenomus podisi*.

Palavras-chave: Parasitóides - Insecta – Pentatomidae – Scelionidae - Agricultura sustentável

A population survey of stinkbugs and incidence of egg parasitoids in organic soybean fields

Abstract - The aims of this study were to identify the phytophagous stinkbugs, their population levels and egg parasitoids in organic managed soybean. The study was carried out during 2004/2005 in three soybean crops located at Três de Maio, Três Passos, and São José do Inhacorá Counties, Rio Grande do Sul State. Experimental unities consisted of two plots of 1,800 m² in each field. The bugs were sampled using the ground cloth and shake technique, in six random points at each plot. Additional six randomly selected soybean plants were examined for search and collect the stinkbugs eggs. From 400 collected bugs, *Piezodorus guildinii* was the most frequent (53,75%), followed by *Nezara viridula* (17,75%), *Dichelops furcatus* (12%), *Edessa meditabunda* (7%), and *Acrosternum impicticorne* (4,75%). Parasitoids were detected only in *N. viridula*, *D. furcatus*, and *A. impicticorne* eggs. Five species of egg parasitoids were identified: *Trissolcus basal*, *Trissolcus urichi*, *Trissolcus brochymenae*, *Telenomus* sp. e *Telenomus podisi*.

Key-words: Parasitoids, Insecta, Pentatomidae, Scelionidae, Sustainable Agriculture

¹ Eng. Agr. Dr., Depto. Estudos Agrários, UNIJUI, Rua do Comércio, 3000, CEP 98700-000, Ijuí, RS, Brasil

Recebido para publicação em 05/09/2006.

Introdução

O cultivo orgânico de soja, *Glycine max* (L.), é uma prática relativamente recente no noroeste do estado do Rio Grande do Sul e poucas informações estão disponíveis no que tange a incidência de insetos-praga e de inimigos naturais a campo. Tais conhecimentos são de suma importância para os sistemas agrícolas, já que permitem a orientação de possíveis épocas e medidas de controle.

Dentre os insetos considerados pragas em cultivo de soja, destacam-se os percevejos, os quais podem provocar prejuízos de até 30%. Segundo Gazzoni (1998), o ataque de percevejos durante a fase de enchimento de grãos pode causar enrugamento, deformações, redução da produtividade e da qualidade das sementes.

Diversas espécies de percevejos da família Pentatomidae são referidas como pragas de importância econômica em cultivos de soja no Brasil. No Rio Grande do Sul, Bertels e Ferreira (1973) listaram oito espécies, Lopes et al. (1974) treze e Grazia (1982) vinte e uma espécies associadas a tais cultivos.

Apesar do grande número de espécies, os pentatomídeos *Euschistus heros* (Fabricius, 1798), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) tem sido referidos como as mais frequentes no Brasil (CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI, 1999). A predominância de uma destas três espécies varia em função dos locais (PANIZZI et al., 1977); dos cultivares utilizados e em função do estágio de desenvolvimento da cultura (CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI, 1982).

Sob manejo orgânico, Corrêa-Ferreira (2003) em dois municípios do norte do estado do Paraná, constatou que em Capanema, com cultivo orgânico de 15 anos, a espécie predominante foi *P. guildinii* (84%), e populações reduzidas de *E. heros* (8,6%) e *N. viridula* (2,9%) foram diagnosticadas, as quais não atingiram o nível de dano econômico. Em Jataizinho, com quatro anos de cultivo orgânico, os percevejos *N. viridula* (56,9%) e *E. heros* (37,5%) foram os mais abundantes, enquanto que *P. guildinii* (4,4%) e outros percevejos (1,1%) ocorreram em baixas densidades populacionais.

Sujii et al. (2002) no Distrito Federal, verificaram que em cultivo de soja sob manejo orgânico as espécies *E. heros*, *P. guildinii* e *N. viridula* foram as mais frequentes, entretanto, não acarretam danos econômicos, uma vez que se mostram eficientemente controlados, neste sistema, pela liberação preventiva do parasitóide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae).

No Brasil, vários trabalhos foram publicados sobre a interação *N. viridula* e o parasitóide *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858), entretanto, pouco se conhece sobre outras interações de espécies de percevejo da soja e parasitóides, especialmente em sistemas orgânicos de produção.

Venzon e Virissimo (1995), efetuando levantamentos no triângulo mineiro, em áreas sem controle químico de pra-

gas, constataram que o principal parasitóide encontrado em ovos de *P. guildinii* e *E. heros* foi *T. podisi*, com percentual de parasitismo variando de 30 a 70%.

Godoy et al. (2005), em São Gabriel do Oeste, MS, avaliaram a incidência de parasitismo em ovos de *E. heros* e *P. guildinii* em dois anos consecutivos. Em ovos de *E. heros*, os autores relatam a ocorrência de 62,5% de parasitismo no primeiro ano e 59,3% no segundo ano. Para *P. guildinii*, o parasitismo atingiu 23,8% no primeiro ano e 39,5% no segundo ano. Nos dois anos de estudo, o microhimenóptero *T. podisi* foi o mais freqüente, sendo responsável pelo parasitismo de mais de 90% do total de ovos parasitados. Com freqüência menor ocorreram as espécies *T. basal*, *Neorileya sp.* e *Ooencyrtus sp.*

Como poucas informações estão disponíveis sobre a interação parasitóides de ovos versus percevejos-praga em cultivos orgânicos no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, o presente estudo tem por objetivo identificar as espécies e os níveis populacionais de percevejos e de seus parasitóides de ovos em sistema de cultivo orgânico de soja.

Materiais e métodos

Área de Estudo

Para o estudo foram utilizadas três áreas de produção de soja, com mais de três anos de cultivo orgânico, vinculadas à Cooperativa Agropecuária Alto Uruguai Ltda (COTRIMAIO), localizadas nos municípios de Três de Maio, São José do Inhacorá e Três Passos, situadas no noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Em cada lavoura foram demarcadas duas parcelas de 60 metros x 30 metros (1800 m²), espaçadas de 500m, alocadas na bordadura da lavoura junto a um fragmento de mata nativa, constituindo-se as unidades experimentais. A cultivar semeada foi a BR36 com data de plantio entre 11 e 12/11/2004.

Populações de percevejos foram monitoradas por amostragens semanais entre 14/12/2004 e 12/04/2005. Cada coleta contemplou seis pontos aleatórios de amostragem dentro de cada parcela. Os percevejos coletados foram acondicionados em frascos de vidro contendo álcool 70%.

Paralelamente às coletas de percevejos, foram realizadas vistorias em plantas de soja em seis pontos aleatórios dentro de cada unidade experimental para a coleta de posturas. O ponto amostral foi constituído por uma fileira de plantas com um metro de comprimento. Todas as posturas de percevejos encontradas foram coletadas, juntamente com seu substrato, identificadas e levadas ao laboratório.

No laboratório, cada postura foi individualizada em caixa GERBOX, forrada com papel filtro umedecido e mantida em condições não controladas no laboratório, até a eclosão das ninfas ou emergência de parasitóides. Após a emergência, os parasitóides foram acondicionados em frascos de vidro contendo álcool 70%, e encaminhados ao laboratório de entomologia da Universidade Estadual de Londrina para identificação.

Resultados e discussão

Percevejos

Ao longo do estudo, um total de 400 pentatomídeos pertencentes às espécies *P. guildinii*; *N. viridula*; *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775); *Edessa mediatubunda* (Fabricius, 1794); *Acrosternum impicticorne* (Stal, 1972); *E. heros*; *Thyanta* sp.; *Edessa* sp. e *Loxa deducta* Walker, 1867 foram coletados (Tabela 1). Um exemplar de cada espécie foi depositado na coleção zoológica da UNIJUI. Constatou-se que a espécie *P. guildinii* foi a mais freqüente no estudo (53,75%), e predominante no município de Três de Maio (Tabela 1). Corrêa-Ferreira (2003) também relata esta mesma espécie como sendo a mais freqüente em campos orgânicos de soja em Capanema, PR.

Segundo Galileo e Heinrichs (1978) *P. guildinii* causa drástica redução no rendimento da soja, aumentando as perdas proporcionalmente ao aumento do nível de infestação. De fato, nas parcelas em que se constatou a presença desta espécie foi verificado, acentuadamente, um atraso na maturação das plantas, permanecendo as folhas verdes (retenção foliar) e até um reinício do processo de brotação e frutificação.

Nezara viridula foi a segunda espécie mais freqüente (17,75%) a qual, mais da metade (56,34%), foi encontrada nas parcelas alocadas em Três Passos (Tabela 1). O número de *N. viridula* e o de *P. guildinii* somados correspondem a mais de 70% do total de percevejos amostrados no estudo.

TABELA 1 - Número de percevejos amostrados em lavouras de soja sob cultivo orgânico no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, 2004/2005.

Espécie ⁽¹⁾	Nº de indivíduos coletados por município			Nº total de Percevejos
	TM (%)	S.J.I (%)	TP (%)	
<i>Piezodorus guildinii</i>	184(85,58)	1(0,47)	30(13,95)	215
<i>Nezara viridula</i>	23(32,39)	8(11,27)	40(56)	71
<i>Dichelops furcatus</i>	27(58,25)	8(16,67)	13(27,08)	48
<i>Edessa mediatubunda</i>	12(42,68)	1(3,57)	15(53,57)	28
<i>Acrosternum impicticorne</i>	5(28,32)	0(0)	14(73,68)	19
<i>Euschistus heros</i>	2(20,00)	0(0)	8(80,00)	10
<i>Thyanta</i> sp.	1(20,00)	0(0)	4(80,00)	5
<i>Loxa deducta</i>	0(0)	0(0)	3(100)	3
<i>Edessa</i> sp.	1(100)	0(0)	0(0)	1
Total	255(63,75)	18(4,5)	127(31,75)	400(100)

TM = Três de Maio; S.J.I = São José do Inhacorá; TP = Três Passos
(¹) Foram considerados apenas percevejos adultos ou ninfas a partir do 3º instar.

Analisando os resultados da freqüência de percevejos por local de amostragem, constata-se que em Três de Maio foi diagnosticado o maior percentual de pentatomídeos (63,75%) seguido de Três Passos (31,75%), já em São José do Inhacorá houve registro de uma baixa incidência de percevejos (4,5%). De fato, diferenças em densidades

populacionais de percevejos tem sido frequentemente relatadas na literatura, e associadas a vários fatores, entre os quais o local (PANIZZI et al., 1977). Para São José do Inhacorá o reduzido número de pentatomídeos amostrados pode estar relacionado à grande diversificação de culturas existente nesta área (milho, ervilhaca, mandioca, amendoim, soja, etc...). Segundo Altieri et al. (2003), em policultivos, há tendência de que populações de inimigos naturais sejam mais estáveis devido à contínua disponibilidade de fontes de alimentos e de microhabitats.

No Paraná, Nunes e Corrêa-Ferreira (2002) relataram que a espécie *E. heros* é a mais freqüente dentre os percevejos sugadores de soja. No presente estudo foram encontrados apenas 10 exemplares desta espécie (2,5%), o que parece indicar uma importância secundária desta para os campos de soja sob cultivo orgânico do noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Durante as amostragens, ainda foram encontrados cinco exemplares da espécie *Thyanta* sp., um de *Edessa* sp. e três de *L. deducta* (Tabela 1).

Cabe salientar que outras espécies de pentatomídeos referidas por alguns autores como pragas secundárias (devido ao seu reduzido tamanho populacional) em cultivo de soja, tiveram contribuição significativa no número de percevejos amostrados. Somando-se o número de *D. furcatus*, *E. mediatubunda* e *A. impicticorne*, chega-se a um total de 95 percevejos, cerca de 24% do total amostrado.

Ao longo do ciclo da cultura observou-se um aumento da infestação de percevejos durante o período da formação de grãos até a maturação fisiológica, corroborando com os estudos de Salvadori e Gomez (1982), Pacheco et al. (1999) e Thomazini (1999). O longo período de estiagem no início da formação dos grãos e posterior precipitação no final do período de enchimento dos grãos, observado no presente estudo, podem ter sido um agravante, já que manteve os percevejos por um maior período na lavoura.

Segundo Gallo et al. (2002), em lavouras destinadas à produção de grãos, o nível de controle sugerido é de 4 percevejos adultos ou ninfas a partir do terceiro ínstar por amostragem (batida de pano).

Observou-se no presente estudo, que apenas em Três de Maio populações de percevejos atingiram tal nível de controle (Figura 1).

O número médio de percevejos por batida de pano neste local, mantém-se baixo e estável até meados do estágio de enchimento dos grãos (08/03/2005). Após, cresce gradativamente, atinge o nível de controle e, em seguida, próximo à maturação fisiológica da cultura, decresce. Resultados semelhantes foram diagnosticados por Corrêa-Ferreira (2003) em Jataizinho, PR. Segundo a autora, populações de percevejos evidenciaram um rápido crescimento, principalmente por ocasião da floração, ultrapassando o nível de dano econômico no período de enchimento de grãos.

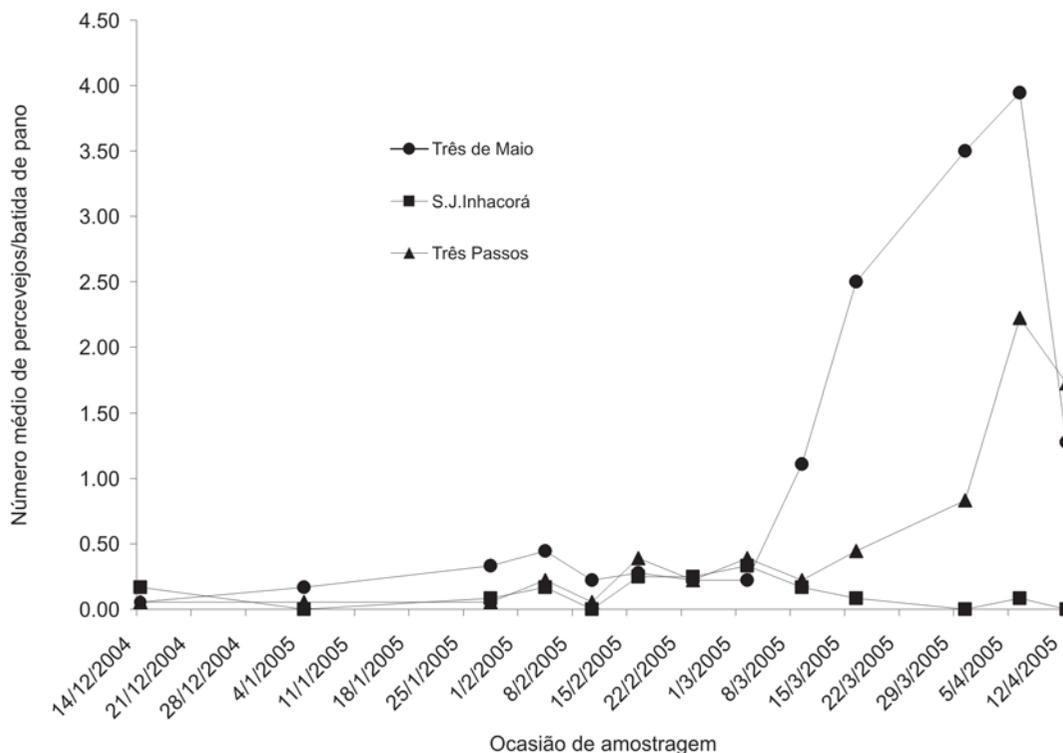


FIGURA 1 - Número médio de percevejos amostrados por batida de pano, em lavouras de soja sob cultivo orgânico no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, 2004/2005.

Este fato reforça a importância do monitoramento contínuo de percevejos a partir do início do florescimento da soja, e que a tomada de decisão sobre o controle deve ser feita quando o nível de controle pré-estabelecido for atingido, já que decréscimos no tamanho populacional são frequentemente observados após picos populacionais como verificado

em Três Passos (Figura 1).

Posturas

Ao longo do estudo, foram coletadas 117 posturas de apenas seis das espécies de percevejos amostrados, totalizando 2660 ovos (Tabela 2).

TABELA 2 - Número total de posturas, de ovos e média aritmética com o erro padrão do número de ovos por postura das diferentes espécies de percevejos coletadas em lavouras de soja sob cultivo orgânico no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, 2004/2005.

Espécie ⁽¹⁾	Nº de posturas coletadas por município			Nº Total de Posturas (%)	Nº Total de Ovos (%)	Nº Médio Ovos por Postura ± EP
	TM (%)	S.J.I (%)	TP (%)			
<i>Piezodorus guildinii</i>	49(74,24)	4(6,06)	13(19,70)	66(56,41)	1514(56,92)	22,50 ± 0,714
<i>Dichelops furcatus</i>	7(29,17)	6(25,00)	11(45,83)	24(20,51)	315(11,84)	13,13 ± 0,435
<i>Acrosternum impicticorne</i>	9(60,00)	0(00,00)	6(40,00)	15(12,82)	207(7,78)	13,80 ± 0,200
<i>Nezara viridula</i>	2(28,57)	1(14,29)	4(57,14)	7(5,98)	575(21,62)	82,14 ± 3,925
<i>Edessa meditabunda</i>	1(33,33)	1(33,33)	1(33,33)	3(2,56)	35(1,32)	11,67 ± 2,333
<i>Euschistus heros</i>	0(0,00)	0(00,00)	2(100)	2(1,71)	14(0,53)	6,50 ± 0,707
Total	68(58,12)	12(10,25)	37(31,62)	117(100)	2660(100)	-

TM = Três de Maio; S.I.J = São José do Inhacorá; TP = Três Passos

Pode-se observar que mais da metade das posturas e do número de ovos encontrados foram da espécie de maior frequência *P. guildinii* (Tabela 2). Posturas desta espécie são bem características, apresentam-se em fileiras duplas de ovos pretos, sobre as vagens ou mais raramente nas folhas, em número variado de 13 a 32 ovos (GALLO et al., 2002). No presente estudo, das 66 posturas de *P. guildinii* encontradas, metade estava nas folhas e metade nas vagens. A amplitude de variação da quantidade de ovos por postura desta espécie, situou-se entre 8 e 34 ovos por postura semelhante à relatada por Gallo et al. (2002).

Cabe destacar que não houve diferença estatisticamente significativa, a 5% de probabilidade, no número de ovos por postura depositados em folhas e em vagens por *P. guildinii* ($F = 0,6216$; $P = 0,5607$).

Foram encontradas poucas posturas de *N. viridula*, apenas 5,98% do total, abaixo dos 17,75% de indivíduos amostrados desta espécie durante o estudo. Isto pode ser explicado, pelo grande número de ovos por postura que as fêmeas desta espécie tendem a ovipositar, em torno de 200 (GALLO et al., 2002), o que parece compensar o baixo número de posturas realizadas. Este fato pode ser observado verificando-se o número total de ovos desta espécie, que responde a 21,62% do total coletado (Tabela 2).

Com relação à espécie *D. furcatus*, foram encontradas 24 posturas, destas, 90% (21) localizavam-se nas folhas. Para *A. impicticorne*, todas as 15 posturas encontravam-se nas folhas e o número de ovos por postura teve pouca variação (13 ou 14 ovos). *Euschistus heros* e *E. meditabunda* tiveram contribuição praticamente insignificante no número total de posturas e no número total de ovos.

Parasitóides

Observou-se parasitismo em ovos de apenas três espécies: *N. viridula*, *D. furcatus* e *A. impicticorne*, e variações pequenas nos índices de parasitismo entre elas (12,56 a 14,78%) (Tabela 3).

Índices mais elevados de parasitismo são frequentemente relatados na literatura. Moreira e Becker (1986) verificaram, em ovos de *N. viridula*, que cerca de 24% do total de ovos observados foram mortos por parasitóides. Thomazini (1999), trabalhando com *E. heros* e *P. guildinii*, obteve índices de parasitismo de 53% e 40%, respectivamente. Corrêa-Ferreira (2003) no Paraná, observou, em duas safras consecutivas, que a incidência de parasitismo em áreas sem liberação de parasitóides foi de 41,3% na primeira safra e 40,7% na

segunda. Em áreas onde foram liberados os parasitóides *T. basalis* e *T. podisi*, os índices atingiram 44,3% no primeiro ano e 54,4% no segundo ano. Godoy et al. (2005) relataram parasitismo em ovos de *E. heros* de 61% e, em ovos de *P. guildinii*, de 32%. Cabe salientar que nas áreas utilizadas no presente estudo não há relatos de liberação de parasitóides, portanto o parasitismo foi efetuado por populações naturais de parasitóides existentes nas áreas estudadas.

No presente estudo, foi constatada a incidência de cinco espécies de parasitóides de ovos da família Scelionidae: *T. basalis*, *Trissolcus urichi* Crawford, 1913, *Trissolcus brochymenae* (Ashmead, 1893), *Telenomus sp.* e *T. podisi*.

Os parasitóides do gênero *Telenomus*, preferencialmente, parasitaram ovos de *D. furcatus*, enquanto que em ovos de *A. impicticorne* e de *N. viridula* os parasitóides encontrados foram do gênero *Trissolcus* (Tabela 3).

A preferência por um hospedeiro é fato conhecido na interação parasitóide-hospedeiro. Thomazini (1999) no Acre, constatou que *T. podisi* foi responsável por 100% do parasitismo em ovos de *P. guildinii* e 95% em ovos de *E. heros*. Godoy et al. (2005) observaram em ovos de *E. heros*, que *T. mormidae* foi responsável por cerca de 98% do parasitismo total, *T. basalis* 1%, *Neorileya sp.* 0,5% e *Ooencyrtus sp.* 0,5%. Os autores obtiveram resultados semelhantes para a espécie *P. guildinii*, com *T. mormidae* sendo responsável por 97% do parasitismo total, *T. basalis* 2% e *Neorileya sp.* 1%. Corrêa-Ferreira (2003) relata que, geralmente, *T. basalis* e *T. podisi* são os parasitóides que apresentam maior eficiência de parasitismo. A primeira, preferencialmente, em ovos de *N. viridula* e a segunda em ovos de *E. heros*.

Cabe destacar que, excetuando-se *T. podisi* que teve registro em Três de Maio e Três Passos, as demais espécies de parasitóides foram encontradas em apenas um município, com índices de parasitismo por espécie entre 1,27 e 14,78% (Tabela 3).

Um aspecto que também deve ser ressaltado é que não houve parasitismo em ovos de *P. guildinii*, espécie de maior frequência no presente estudo, e responsável por mais da metade dos ovos amostrados. A não ocorrência de parasitismo em ovos de *P. guildinii* pode ser um dos fatores que contribuiu para que esta espécie atingisse o nível de dano econômico. Segundo Venzon et al. (1999), a liberação de parasitóides de ovos manteve esta espécie abaixo do nível de dano econômico no triângulo mineiro.

Com relação às posturas coletadas, aproximadamente 6% estavam parasitadas. Ao analisarmos por espécie, a porcen-

TABELA 3 - Percentual de parasitismo por postura e, entre parênteses, por ovos de percevejos e seus respectivos parasitóides diagnosticados em lavouras de soja sob cultivo orgânico no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, 2004/2005.

Espécie de parasitóide	Hospedeiro									% total parasitismo/postura (por ovos)	
	<i>Dichelops furcatus</i>			<i>Acrosternum impicticorne</i>			<i>Nezara viridula</i>				
	TM	S.J.I	TP	TM	S.J.I	TP	TM	S.J.I	TP		
<i>Telenomus podisi</i>	28,5	7 (27,17)	-	9,09 (8,61)	-	-	-	-	-	-	12,5 (12,06)
<i>Telenomus sp.</i>	-	16,67 (5,56)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,17 (1,27)
<i>Trissolcus urichi</i>	-	-	-	11,11 (10,40)	-	-	-	-	-	-	6,67 (6,28)
<i>Trissolcus brochymenae</i>	-	-	-	-	-	16,67 (15,85)	-	-	-	-	6,67 (6,28)
<i>Trisso lcus basalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	25,00 (25,37)	14,28 (14,78)	
Total		16,66 (13,33)			13,13 (12,56)				14,28 (14,78)		5,98 (5,75)

TM = Três de Maio; S.I.J = São José do Inhacorá; TP = Três Passos

tagem de posturas parasitadas atinge 16,66% em *D. furcatus*, 14,28% *N. viridula* e 13,33% *A. impicticorne*, próximo ao resultado encontrado para o parasitismo em ovos (Tabela 3).

O percentual médio de emergência dos parasitóides no laboratório atingiu cerca de 57%. A maior taxa de emergência (73%) foi obtida de parasitóides emergidos de ovos de *A. impicticorne*, seguida de *N. viridula* (62%) e *D. furcatus* (35%). Resultados próximos foram obtidos por Venzon et al. (1999) no triângulo mineiro, que verificaram um percentual de emergência variável de 50 a 60% do parasitóide *T. basalis* em ovos de *N. viridula*.

Conclusões

Lavouras de soja sob cultivo orgânico, na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, estão sendo utilizadas como recurso alimentar por diversas espécies de percevejos-praga da família Pentatomidae e, estas podem ocasionar dano econômico a este tipo de exploração agrícola.

O controle biológico natural por parasitóides de ovos é observado, exceto em *P. guildinii*.

O presente estudo revela a existência de cinco espécies de

parasitóides de ovos em lavouras de soja sob cultivo orgânico no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, constituindo-se no primeiro registro destas espécies para este estado.

Cabe salientar a importância da realização de novos estudos que avaliem a viabilidade da criação e liberações destas espécies de parasitóides em lavouras de soja sob cultivo orgânico, na região.

Agradecimentos

A FAPERGS pelo auxílio concedido processo nº 04/0856.7 que permitiu a realização deste estudo.

A Dra. Jocélia Grazia, do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela identificação das espécies de percevejos.

Ao Dr. Ayres de Oliveira Menezes Jr., do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pela identificação das espécies de parasitóides.

A Dra. Lenice Medeiros, do Depto. de Biologia e Química da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, pelas sugestões e revisão do manuscrito.

Referências

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O Papel da Biodiversidade no Manejo de Pragas**. São Paulo: Holos, 2003. 226 p.

BERTELS, A.; FERREIRA, E. **Levantamento Atualizado dos Insetos que Vivem nas Culturas de Campo do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Universidade Católica de Pelotas, 1973. 17 p. Série Publicação Científica, 1.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Soja Orgânica: Alternativas para o Manejo dos Insetos-Pragas**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2003. 83 p.

_____; PANIZZI, A. R. **Percevejos da Soja e seu Manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 45 p. Circular Técnica, 24.

_____; _____. Percevejos-Praga da Soja no Norte do Paraná: Abundância em Relação à Fenologia da Planta e Hospedeiros Intermediários. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1982, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. v. 2, p. 140-151.

GALILEO, M. H. M.; HEINRICHS, E. A. Efeito dos Danos Causados por *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera, Pentatomidae), em Diferentes Níveis e Épocas de Infestação, no Rendimento de Grãos de Soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 20 - 25, 1978.

GALLO, D.; O. NAKANO, S.; SILVEIRA NETO et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GAZZONI, D.L. Efeito de Populações de Percevejos na Produtividade, Qualidade da Semente e Características Agronômicas da Soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 11-17, 1998.

GODOY, K. B. GALLI, J. C.; ÁVILA, C. J. Parasitismo em Ovos de Percevejos da Soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 455-458, 2005.

GRAZIA, J. Situação Atual do Reconhecimento das Espécies de Pentatomídeos (Heteroptera) Coletados em Soja, no Brasil. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 10., 1982, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, 1982. p. 199.

LOPES, O. J.; LINK, D.; BASSO, I. V. Pentatomídeos de Santa Maria, RS: Lista Preliminar de Plantas Hospedeiras. **Revista do Centro de**

Ciências Rurais, Santa Maria, v. 4, n. 4, p. 317-322, 1974.

MOREIRA, G. R. P.; BECKER, M. Mortalidade de *Nezara viridula* no Estágio de Ovo na Cultura da Soja: I - Todas as Causas de Mortalidade. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 271-290, 1986.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos Causados à Soja por Adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), Sadios e Parasitados por *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 109-113, 2002.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, M. C. N. Flutuação Populacional dos Percevejos-Praga da Soja e seus Parasitóides de Ovos em Relação à Fenologia da Soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-8, 1999.

PANIZZI, A. R. et al. **Insetos da Soja no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1977. 20 p. Boletim Técnico, 1.

SALVADORI, J. R.; GOMEZ, S. A. Abundância Estacional de Insetos-Praga da Soja e seus Inimigos Naturais em Dourados, MS. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. p. 17-50. Documentos, 1.

SUJII, E. R.; PIRES, C. S. S.; SCHIMIDT, F. G. V.; ARMANDO, M. S.; BORGES, M. M.; CARNEIRO, R. G.; VALLE, J. C.V. Controle Biológico de Insetos-Praga na Soja Orgânica do Distrito Federal. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 299-312, 2002.

THOMAZINI, M. J. **Insetos Associados à Cultura da Soja no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-CNPSo, 1999. Disponível em: <www.cpaafac.embrapa.br/pdf/pesquisa144.pdf> Acesso em: 10 jul. 2005.

VENZON, M.; RIPPOSATI, J. G.; FERREIRA, J. A. M.; VIRÍSSIMO, J. H. Controle Biológico de Percevejos da Soja no Triângulo Mineiro. **Revista Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 70-78, 1999.

_____; VIRÍSSIMO, J. H. Parasitismo Natural em Ovos de Percevejos da Soja no Triângulo Mineiro. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 17., 1995, Goiânia. **Resumos ...** Goiânia: EMBRAPA, 1995. p. 143

Qualidade fisiológica de sementes de murta (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg - Myrtaceae) durante armazenamento

Anaise Costa Calil¹, Cristina Leonhardt², Vanessa Savian da Silva³, Luana dos Santos de Souza³

Resumo - A murta (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg, árvore de pequeno até grande porte é originária do Sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai. Com o objetivo de verificar a qualidade fisiológica de lotes de sementes provenientes dos municípios de Gramado, Farroupilha e Barra do Ribeiro, RS, conduziu-se um experimento no Laboratório de Sementes do Jardim Botânico de Porto Alegre/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. As avaliações foram realizadas na coleta e a cada 30 dias durante quatro meses de armazenamento, através dos testes de germinação, emergência de plântulas em casa de vegetação e determinações de início e tempo médio de germinação e emergência de plântulas. As sementes procedentes de Barra do Ribeiro apresentaram qualidade superior às demais tanto na coleta quanto durante o armazenamento. Os lotes de sementes de Barra do Ribeiro e Farroupilha não apresentaram diferença significativa na viabilidade durante o período de armazenamento, indicando que sementes de *B. salicifolius* apresentam longevidade de, no mínimo, quatro meses em câmara fria.

Palavras-chave: qualidade das sementes, germinação, sementes florestais.

Physiological seeds quality of murta (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg – Myrtaceae) and viability during storage

Abstract - Tree of small until great size, murta is originary of the South of Brazil, Uruguay, Argentina and Paraguay. To evaluate the physiological quality of seeds lots collected in Gramado, Farroupilha and Barra do Ribeiro districts, at Rio Grande do Sul state, a study was carried out at Porto Alegre Botanical Garden Seeds Laboratory. Seeds evaluations were conducted at harvest time and each 30 days, during four months, through germination and seedlings emergence tests, beginning and mean time of germination, beginning and mean time of seedlings emergence determinations. The seeds from Barra do Ribeiro district presented higher physiological quality at harvest time and during storage. During four months of storage, the seed lots of Farroupilha and Barra do Ribeiro districts presented no significantly difference in viability, which indicates that *B. salicifolius* seeds present, at least, a four months longevity period in cold chamber.

Index terms: seeds quality, germination, forest seeds.

¹ Bióloga, Espec.,- Jardim Botânico/Fundação Zoobotânica do RGS. Rua Dr. Salvador França, 1427, 90.610-000 Porto Alegre, RS.

² Eng^a Agr^a, M.Sc.- Jardim Botânico/Fundação Zoobotânica do RGS.

³ Acadêmicas de Biologia – Estagiárias Jardim Botânico/Fundação Zoobotânica do RGS.

Recebido para publicação em 30/06/2006

Introdução

Conhecida por murta, *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg é uma árvore de pequeno porte até grande (4 a 25m), originária do Sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai. No Rio Grande do Sul é muito freqüente na Serra do Sudeste e Campanha do Sudoeste onde alcança um porte relativamente pequeno, já na Floresta Ombrófila Mista, a murta distingue-se pela grande dimensão de seus troncos. A espécie desenvolve-se nos mais variados ambientes da vegetação, possuindo elevada potencialidade de adaptação. É apropriada para o reflorestamento ao longo das margens de rios e de reservatórios de hidroelétricas e, também, indicada para a arborização de parques e praças. A murta deve seu efeito ornamental à delicada folhagem, produzida na extremidade de curtos ramos pendentes (REITZ *et al.*, 1988; MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

O fruto é uma baga globosa de 3 a 5 mm, glabra e avermelhada, com uma a quatro sementes. A floração concentra-se em dezembro e a maturação dos frutos ocorre a partir de fevereiro. O embrião é do tipo pimentóide, ou seja, apresenta eixo hipocótilo-radícula carnosos, curvo, em forma de “C” (BARROSO *et al.*, 1999).

A qualidade inicial das sementes, entendida como intrínseca às mesmas por ocasião da coleta, deve ser preservada, tanto quanto possível, até sua utilização para sementeira. A caracterização das sementes quanto à tolerância à dessecação e a baixas temperaturas deve ser conhecida para indicar as condições de armazenamento das sementes (CARNEIRO e AGUIAR, 1993).

Na família Myrtaceae encontram-se estudos de comportamento germinativo visando à conservação de sementes de alguns gêneros e espécies e existe uma tendência de que as espécies desta família apresentem comportamento recalcitrante (CARVALHO *et al.*, 2006). Contudo, as informações sobre o comportamento das sementes de murta são escassas. De acordo com Lorenzi (1998), os frutos colhidos quando iniciam a queda natural devem ser deixados amontoados em saco plástico para iniciar o apodrecimento da polpa e facilitar a liberação das sementes, sendo a taxa de germinação, geralmente, inferior a 50%, ocorrendo a emergência entre 40 e 50 dias.

Nogueira *et al.* (2002), também, constataram baixa germinação em sementes de *Blepharocalyx salicifolius* provenientes de matrizes do Paraná, mesmo para o melhor tratamento utilizado, sendo este, temperatura de 25°C e substrato vermiculita.

Considerando a hipótese de comportamento recalcitrante de sementes de murta, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de verificar a qualidade fisiológica inicial de lotes de sementes de *B. salicifolius* provenientes de três regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul e seu comportamento durante armazenamento em câmara fria.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Jardim Botânico de Porto Alegre/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, no período de abril a setembro de 2004. Os frutos foram colhidos de dois exemplares localizados nos muni-

cípios de Gramado (Lote 1) e Farroupilha (Lote 2), nas regiões da Encosta Inferior e Superior do Nordeste, RS, respectivamente, no mês de abril/2004 e de um exemplar localizado no município de Barra do Ribeiro (Lote 3), na região da Depressão Central, RS, no mês de maio/2004. Na coleta, os frutos apresentavam características de maturidade visualizadas através da coloração do epicarpo, entre alaranjada-vermelha a vermelha brilhante.

As sementes foram extraídas por maceração e uma amostra de 500 sementes de cada lote foi separada para as determinações iniciais, sendo as restantes armazenadas em câmara fria à temperatura de 5°C±1°C e ~80% de umidade relativa do ar, acondicionadas em embalagens de polietileno. Aos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento, as sementes foram submetidas à avaliação.

As amostras de sementes representativas de cada um dos lotes foram avaliadas através das seguintes determinações: **a) teor de água (TA)** – medido conforme Brasil (1992), foi determinado pelo método da estufa a 105°±3°C por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 50 sementes e os resultados foram expressos em percentagem; **b) germinação (G)** – utilizaram-se oito repetições de 25 sementes desinfestadas em uma solução de hipoclorito de sódio 2%, durante dez minutos e lavadas com água destilada, semeadas em caixas plásticas tipo ‘gerbox’, com substrato areia de granulação média com 12% de umidade em germinador tipo Mangelsdorf, à temperatura constante de 25°C e presença de luz em sala. As observações da germinação foram realizadas a cada três e quatro dias, considerando-se como critério de germinação o de plântula normal de acordo com Brasil (1992); **c) início da germinação (IG)** – calculado a partir das contagens do teste de germinação, é o tempo decorrido entre a sementeira e o início da germinação visível, expresso em dias; **d) tempo médio de germinação (TMG)** – determinado segundo Silva e Nakagawa (1995), com base no número de sementes germinadas em cada avaliação multiplicado pelo respectivo tempo, dividindo o resultado pelo número total de sementes germinadas ao final do teste; **e) emergência de plântulas (E)** – realizada em casa de vegetação, utilizando-se bandejas contendo como substrato uma mistura de fibra de coco Amafibra® e areia na proporção de 2:1 v/v. O teste foi conduzido com oito repetições de 25 sementes desinfestadas em uma solução de hipoclorito de sódio 2%, durante dez minutos e lavadas com água. Irrigações foram feitas sempre que necessário. A avaliação da emergência das plântulas foi realizada observando-se a emergência do epicótilo a cada três e quatro dias até sua estabilização. As plântulas foram retiradas da bandeja para análise das estruturas essenciais (OLIVEIRA, 1993) e os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais; **f) início da emergência de plântulas (IE)** – calculado a partir das contagens do teste de emergência, é o tempo decorrido entre a sementeira e o início da emergência do epicótilo, expresso em dias; **g) tempo médio de emergência (TME)** – determinado

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com três tratamentos (três lotes) e oito repetições de 25 sementes. Os dados foram analisados estatisticamente e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados de percentagem foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$. As tabelas apresentam os dados originais. Realizou-se análise de regressão para os efeitos de armazenamento.

Resultados e discussão

Nos testes realizados na coleta, os lotes de sementes de murta provenientes dos três locais de coleta

apresentaram elevada germinação, sem diferença significativa entre os lotes. O teste de emergência em casa de vegetação, porém, revelou superioridade do Lote 3 em relação aos Lotes 1 e 2, estes equivalentes entre si (Tabela 1).

TABELA 1 - Germinação (G), início (IG) e tempo médio de germinação (TMG), emergência (E), início (IE) e tempo médio de emergência (TME), em três lotes de sementes de *Blepharocalyx salicifolius*, avaliados na coleta. Lote 1 – Gramado, Lote 2 – Farroupilha, Lote 3 – Barra do Ribeiro.

Lotes	Coleta					
	G (%)	IG (dias)	TMG (dias)	E (%)	IE (dias)	TME (dias)
1	86	17,7 a	32,7 b	73 b	54,2 a	106,7 a
2	87	18,7 a	40,2 a	73 b	73,5 a	137 a
3	96	6 b	12,6 c	90 a	28 b	42,6 b
P>F	0,339	<0,001*	<0,001	0,005*	<0,001*	<0,001
CV (%)	11,1	-	8,5	-	-	5,9

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn's (não-paramétrica).

Os índices de velocidade avaliados através do início e tempo médio de germinação e início e tempo médio de emergência revelaram o desempenho superior do Lote 3. Segundo Marcos Filho *et al.* (1987), o teste de emergência de plântulas constitui um parâmetro indicador da eficiência de outros testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes. Assim, os índices de velocidade associados ao teste de emergência em condições de casa de vegetação, quando comparados ao teste de germinação, foram eficientes para separar dois níveis de vigor entre os três lotes, identificando as sementes do Lote 3 como superiores.

Chama a atenção, a amplitude entre os valores relacionados à velocidade de germinação e emergência apresentada entre os três lotes de sementes. O início da germinação ocorreu entre seis e 18,7 dias e o tempo médio de germinação entre 12,6 e 40,2 dias; já, nas condições de casa de vegetação, o início da emergência ocorreu entre 28 e 73,5 dias e o tempo médio de emergência entre 42,6 e 137 dias.

As figuras 1 e 2 de germinação e emergência acumuladas ilustram a diferença de vigor entre os lotes. Estes resultados podem estar relacionados, em parte, à heterogeneidade intra-específica, visto que, a espécie apresenta grande plasticidade morfológica nos diversos ambientes de ocorrência (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

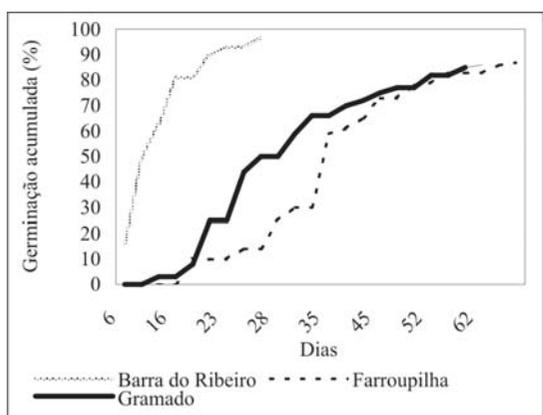


FIGURA 1 - Percentagem de germinação acumulada de sementes dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *Blepharocalyx salicifolius*, logo após a coleta.

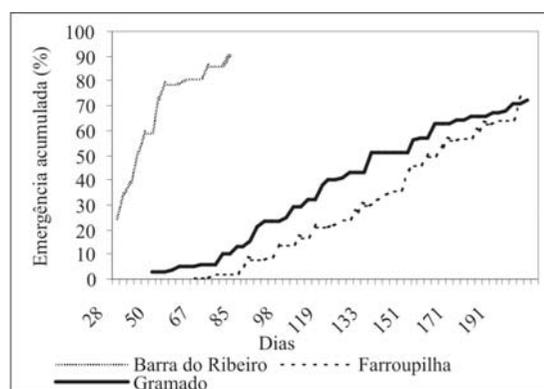


FIGURA 2 - Percentagem de emergência acumulada de sementes dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *B. salicifolius*, logo após a coleta.

Além disso, as condições climáticas do local de coleta do Lote 3, município de Barra do Ribeiro na região da Depressão Central, diferem, principalmente quanto à temperatura, dos locais de coleta dos Lotes 1 e 2, Gramado e Farroupilha, nas regiões da Encosta Inferior e Superior do Nordeste. Durante o período de desenvolvimento e maturação dos frutos de *B. salicifolius*, no final do verão e início do outono, a média de temperatura na região da Depressão Central junto à Laguna dos Patos é de 26°C (verão) e de 18-20°C (outono), enquanto nas outras regiões, a média de temperatura é de 18-20°C e de 14-16°C, respectivamente (SEMC, 2002). De acordo com Larcher (2004), temperaturas elevadas por um curto período de tempo são, às vezes, suficientes para acumulação de reservas nas sementes que podem influir no vigor das sementes.

Os elevados valores de germinação e emergência apresentados pelos três lotes na coleta, não estão de acordo com as taxas de germinação relatadas por Lorenzi (1998), geralmente inferiores a 50%. Da mesma forma, o início da emergência segundo este autor, ocorre entre 40 e 50 dias, enquanto nos três lotes avaliados, o início da emergência apresentou maior amplitude, entre 17 e 73,5 dias.

As espécies silvestres comportam uma grande variabilidade genética, especialmente se distribuídas em ampla extensão geográfica, quando estão sujeitas a variações edafoclimáticas, resultando em variedade de características morfofisiológicas que, por sua vez, são determinantes no comportamento ecológico dos indivíduos de uma mesma espécie (PIÑA-RODRIGUES e PIRATELLI, 1993; KAGEYAMA, *et al.*, 2003). Além disso, fatores relacionados ao manejo de coleta e pós-coleta das sementes são capazes de influenciar diretamente na capacidade germinativa, o que contribui para a diversidade de resultados encontrados na literatura, por vezes contraditórios, sobre o comportamento das sementes.

Para Nogueira *et al.* (2002), a germinação de sementes de *B. salicifolius* foi inferior a 50%, no entanto, neste caso, o resultado poderia estar relacionado ao baixo teor de água relatado para as sementes (20,5%). De acordo com Schmidt (2000), sementes recalcitrantes exigem umidade relativamente alta, entre 25-30%. Os elevados valores de umidade das sementes de murta por ocasião da coleta (Figura 3) sugerem um comportamento intolerante à dessecação, como ocorre para várias espécies de mirtáceas, tais como, *Eugenia involucrata* (BARBEDO *et al.*, 1998), *E. brasiliensis*, *E. uruguayensis* e *E. pyriformis* (ANDRADE, 2002), *E. calycina* (VON BULOW *et al.*, 2004), *E. stipitata* ssp. *sororia* (GENTIL e FERREIRA, 1999), *E. dysenterica* (ANDRADE *et al.*, 1997), *Campomanesia xanthocarpa* (BORDIGNON, 2000) e *Myrcianthes pungens* (ANDRADE, 2002).

Os valores de teor de água dos três lotes de sementes de murta variaram de 35 a 38% na coleta e, durante todo o período de armazenamento, permaneceram entre 28 e 38%. Neste período, observou-se que o Lote 3 apresentou diferença significativa em relação aos demais, com valores sempre superiores.

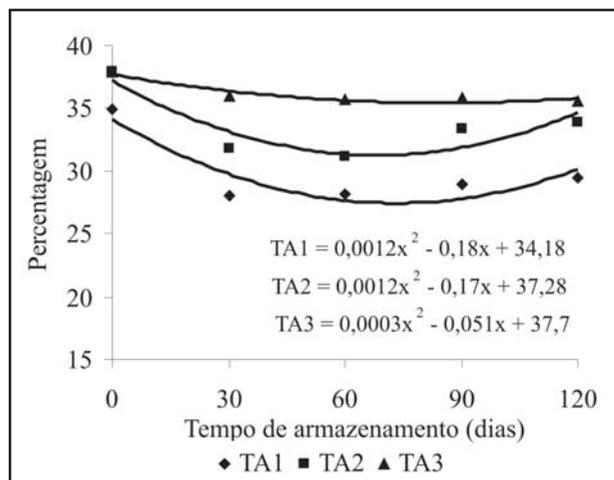


FIGURA 3 - Teor de água de três lotes de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* na coleta e em 120 dias de armazenamento em câmara fria. Lote 1 – Gramado, Lote 2 – Farroupilha, Lote 3 – Barra do Ribeiro.

Quanto à porcentagem de germinação durante o armazenamento, as sementes dos três lotes não apresentaram diferença significativa (Figura 4). Contudo, em casa de vegetação, o Lote 1 apresentou redução significativa da emergência ($P = 0,003$), enquanto para os lotes 2 e 3 não houve redução significativa (Figura 5).

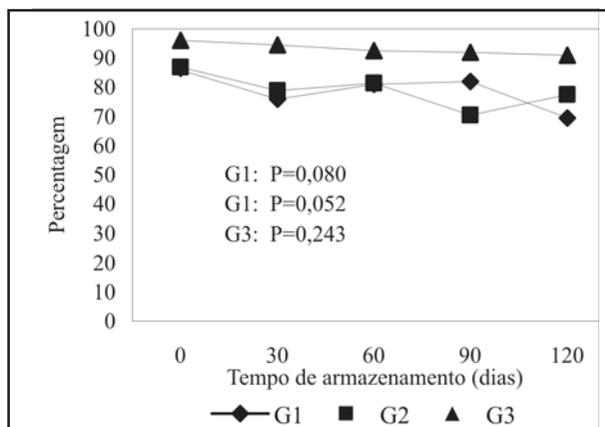


FIGURA 4 - Germinação das sementes dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *B. salicifolius* durante 120 dias de armazenamento.

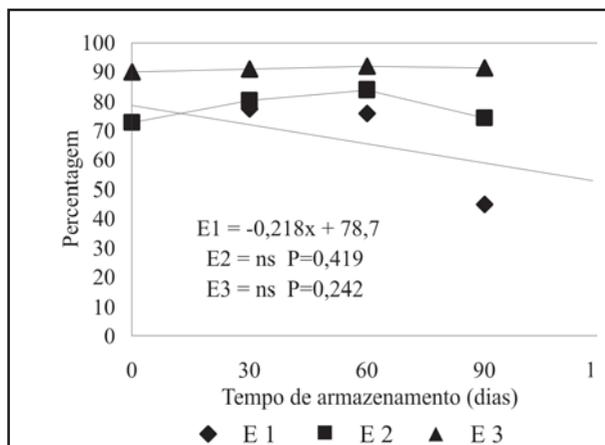


FIGURA 5 - Emergência das sementes dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *B. salicifolius* durante 120 dias de armazenamento.

Os índices de velocidade de germinação durante o armazenamento apresentaram tendência decrescente, com redução no número de dias para o início e tempo médio de germinação (Figuras 6 e 7).

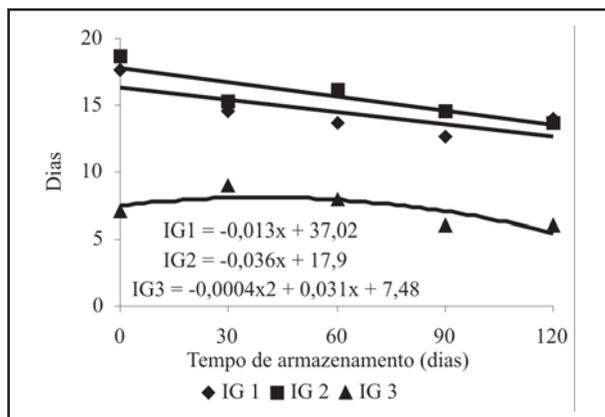


FIGURA 6 - Início da germinação das sementes dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *B. salicifolius* durante 120 dias de armazenamento.

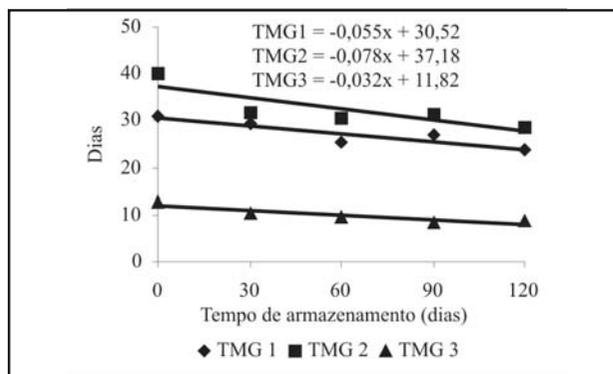


FIGURA 7 - Tempo médio de germinação das sementes dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *B. salicifolius*, durante 120 dias de armazenamento.

A velocidade do processo germinativo em casa de vegetação, da mesma forma que no germinador, apresentou tendência decrescente, com redução do número de dias para o início da emergência nos lotes 2 e 3, porém, o Lote 1 apresentou aumento significativo do número de dias para o início da emergência (Figura 8). Já, em relação ao tempo médio de emergência, houve diferença significativa durante o armazenamento sendo que os três lotes ajustaram-se a uma curva de segundo grau (Figura 9).

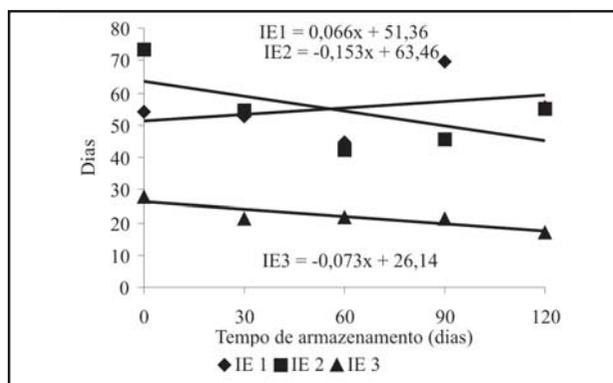


FIGURA 8 - Início da emergência de plântulas dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *B. salicifolius*, durante 120 dias de armazenamento.

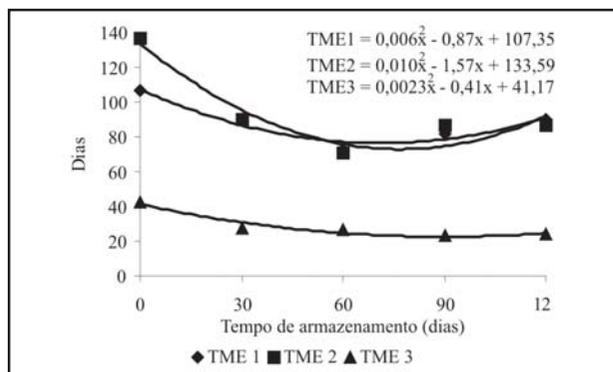


FIGURA 9 - Tempo médio de emergência dos três lotes: 1 (Gramado), 2 (Farroupilha) e 3 (Barra do Ribeiro) de *B. salicifolius*, durante 120 dias de armazenamento.

Observou-se que o desempenho do Lote 3 quanto à velocidade de germinação e emergência foi sempre superior aos Lotes 1 e 2.

O conjunto dos resultados demonstra que as condições de temperatura e umidade da câmara fria promoveram a preservação da qualidade inicial dos Lotes 2 e 3 durante o período de armazenamento, considerando que não houve redução significativa das percentagens de germinação e emergência e, ainda, que os índices de velocidade foram equivalentes ou superiores aos da coleta.

Tendo em vista que o Lote 1 apresentou valores inferiores de teor de água em relação aos Lotes 2 e 3, tanto na coleta como durante todo o período avaliado, é possível que este fator tenha contribuído para a significativa redução da viabilidade das sementes deste lote ao final dos quatro meses de armazenamento.

A análise geral permitiu verificar que, na coleta, as sementes do Lote 3 apresentaram qualidade fisiológica superior, avaliada através dos parâmetros indicativos de vigor, ou seja, os índices de velocidade e o teste de emergência em condições de casa de vegetação. Os resultados que evidenciaram a qualidade superior deste lote foram observados durante todo o período de armazenamento. Um dos fatores determinantes da longevidade das sementes é a qualidade inicial apresentada pelo lote de sementes no momento da armazenagem (CARVALHO e NAKAGAWA 2000), assim, é possível que lotes de sementes de *B. salicifolius* de elevada viabilidade e vigor possam apresentar longevidade superior ao período de armazenamento testado neste trabalho, levando-se em conta que, ao final deste, a viabilidade das sementes do Lote 3 foi superior a 90%.

Os resultados apresentados neste trabalho expressaram o comportamento de lotes de sementes relacionado aos efeitos das condições ambientais ocorridas nos três locais e no ano da coleta. Para a identificação de padrões de comportamento para a espécie nestas regiões, será necessário nos próximos trabalhos, ampliar o número de matrizes, avaliadas em diferentes anos de coleta.

Conclusões

As sementes de *Blepharocalyx salicifolius*, provenientes do município de Barra do Ribeiro, RS, apresentaram qualidade fisiológica superior às sementes dos Lotes provenientes de exemplares localizados nos municípios de Farroupilha e Gramado, RS.

As sementes dos Lotes 2 e 3 preservaram a qualidade inicial durante o armazenamento, indicando que *B. salicifolius* pode apresentar longevidade das sementes de, no mínimo, quatro meses quando armazenadas em câmara fria com elevada viabilidade e vigor.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Dra. Rosa Nely B. de Andrade e à Dra. Lia Rodrigues pela revisão do texto e sugestões.

Referências

- ANDRADE, A. C. S. et al. Conservação de Sementes de Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) : Myrtaceae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 7, n. 1 / 2, p. 205, 1997.
- ANDRADE, R. N. B. **Germinação de Sementes de Plantas Ornamentais Ocorrentes no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 110f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BARBEDO, C. C. J. et al. Germinação e Armazenamento de Diásporos de Cerejeira (*Eugenia involucrata* DC. – Myrtaceae) em Função do Teor de Água. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 20, n.1, p.184-188, 1998.
- BARROSO, G. M. et al. **Frutos e Sementes: Morfologia Aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.
- BORDIGNON, M. V. **Análise Morfofisiológica em Sementes de *Eugenia uniflora* L. e *Campomanesia xanthocarpa* Berg. (Myrtaceae)**. Campinas: UNICAMP, 2000. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural). Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Universidade Estadual de Campinas, SP.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de Sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÁ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, L. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Viabilidade e Superação da Dormência em Sementes de Araçá-Boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 29, p. 21-31, 1999.
- KAGEYAMA, P. Y. et al. Diversidade e Autocorrelação Genética Espacial em Populações de *Ocotea odorifera* (Lauraceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 64, p. 108-119, 2003.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v.2, 368 p.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da Qualidade das Sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.
- MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas: Mirtales**. Santa Maria: UFSM, 1997. 304 p.
- NOGUEIRA, A. C.; PORTELA, O.; NAZÁRIO, P. Comportamento Germinativo das Sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53., 2002, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 2002. p. 29.
- OLIVEIRA, E. de C. Morfologia de Plântulas. In: AGUIAR, I. B.; PINÁ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 175-214.
- PINÁ-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos Ecológicos da Produção de Sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÁ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 47-82.
- REITZ, P.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SAA, 1988. 525 p.
- SCHMIDT, L. **Guide to Handling of Tropical and Subtropical: Forest Seed**. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.
- SEMC. **Atlas Eólico do Rio Grande do Sul: 2002**. Elaboração. SCP/DEPLAN – 05/2004. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/atlas.asp?menu=340>>. Acesso em: 3 fev. 2006.
- SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de Fórmulas para Cálculo de Germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p.62-73, 1995.
- VON BULOW, J. F. W.; CARMONA, R.; PARENTE, T. V. Armazenamento e Tratamento de Sementes de Pitanga-Vermelha-do-Cerrado (*Eugenia calycina*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 961-970, 1994.

Comunicado Técnico

América tardia: nova variedade de ameixeira

Etmar Osmar Grellmann¹, Paulo Roberto Simonetto², Lia Rosane Rodrigues³

Resumo - Variedades de ameixeira cujo desempenho produtivo foi previamente avaliado nas coleções do Centro de Pesquisa da Região da Serra (município de Veranópolis, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil), foram empregadas como genitores em cruzamentos, com o objetivo de gerar indivíduos recombinantes, com variabilidade para características de importância agrônoma. Do cruzamento entre 'América' e 'Amarelinha', destacou-se um genótipo, que foi denominado 'América Tardia', o qual produz frutos de qualidade similar aos de 'América', porém, com a maturação três a quatro semanas após 'América' e cuja frutificação foi intensa e regular ao longo de seis anos de avaliação. O peso médio dos frutos é de 70 gramas e a epiderme apresenta coloração amarelada, de fundo vermelho-claro, similar a 'América'. Para as condições da Serra do Nordeste do Estado, 'América Tardia' torna-se uma opção para ampliar o prazo de oferta de ameixas ao mercado. Material propagativo foi disponibilizado para avaliação em outros ambientes do país.

Palavras-chave: fruticultura, hibridação, seleção, melhoramento genético, *Prunus salicina*

Late America: new plum cultivar

Abstract - Plum cultivars were previously evaluated in germplasm collections from the Centro de Pesquisa da Região da Serra (Veranópolis, Rio Grande do Sul State, Brazil), and used as parents in crosses in order to obtain recombinant individuals with genetic variability to valuable agronomic traits. A genotype highlighted in the progeny from the cross 'America' and 'Amarelinha', named 'Late America', with fruit quality similar to 'America', but with late-maturing 3-4 weeks, presenting intense and regular fruit set throughout the course of 6 years of evaluation. Fruits present 70 grams in average, yellow flesh and reddish yellow epiderm, similarly to 'America' fruit feature. To the Serra do Nordeste environmental conditions, 'Late America' is an alternative to extend picking season and marked period. Plant propagative material is disposable to experimental evaluations in different Brazilian regions.

Key-words: fruit crop, hybridization, selection, breeding, *Prunus salicina*

¹ Eng. agrônomo, MSc, pesquisador aposentado do Centro de Pesquisa da Região da Serra.

² Eng. agrônomo, MSc, pesquisador do Centro de Pesquisa da Região da Serra.

³ Eng. agrônomo, Dr, pesquisador do Centro de Pesquisa da Região da Serra, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Caixa postal 44, Veranópolis, RS, CEP 93550-000, Brasil. E-mail: liarr@yahoo.com.br.

Recebido para publicação em 03/04/2007

Introdução

Apesar da ampla procura por diversificação do agronegócio e por ampliação dos canais de exportação para frutas brasileiras, a produção nacional de ameixas não é suficiente ao abastecimento interno, suprido em grande parte por importações. Apesar de as ameixeiras (*Prunus salicina* e seus híbridos) serem frutíferas de clima temperado adaptadas às condições do Sul do Brasil (DUCROQUET e DALBÓ, 2007), há necessidade de novas variedades para superação das limitações ao avanço dessa cultura.

Há grande variabilidade entre as variedades comerciais de ameixeira da atualidade, pois são oriundas de hibridações entre várias espécies de *Prunus*, nativas de inúmeras regiões do planeta, apresentando variações no nível de ploidia e no número cromossômico (OKIE e WEINBERGER, 1996). Apesar de as primeiras iniciativas para o melhoramento genético da ameixeira datarem da primeira metade do século XX (OKIE e WEINBERGER, 1996), inúmeros desafios se impõem para uma contribuição efetiva dos programas de melhoramento para a expansão dessa cultura (COCIU, 1993; BYRNE, 2005; DeBUSE et al., 2005). Por exemplo, poucas espécies e híbridos de *Prunus* foram submetidos a tentativas de manipulação genética *in vitro*, como as que objetivaram indução de mutação (PREDIERI, 2001), haplodiploidização (GERMANA, 2006) e transformação genética (PETRI e BURGOS, 2005).

A grande maioria dos programas de melhoramento está localizada nos países desenvolvidos (RASEIRA et al., 2000) e, no Brasil, poucas instituições públicas têm condições de atender a demandas de pesquisa em frutíferas de clima temperado (BRUCKNER, 1999). Por isso, são cada vez mais necessários trabalhos para o melhoramento dessa cultura de grande potencial. Nesse contexto, variedades promissoras para a região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul foram empregadas como genitores em cruzamentos, com o objetivo de gerar indivíduos recombinantes, com variabilidade para características de importância agrônômica.

Material e métodos

O Centro de Pesquisa da Região da Serra localiza-se no município de Veranópolis, Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, latitude 28°56'14" Sul, longitude 51°31'11" Oeste, 705 m de altitude, com médias anuais de temperatura e precipitação de 17,5°C e 1649 mm, respectivamente.

No período de 1991 a 1997, foram executadas aproximadamente 2800 polinizações para o cruzamento de 120 diferentes combinações entre cultivares de ameixeiras das coleções desse Centro de Pesquisa. A técnica de polinização foi executada de acordo com o procedimento descrito por Okie e Weinberger (1996). Como genitores, foram empregadas variedades com bom desempenho na região, dentre as quais América e Amarelinha.

A variedade América é um híbrido entre *P. munsoniana* e *P. salicina* (HEDRICK, 1911). Apresenta uma vegetação vigorosa, de copa aberta e boa resistência à *Xanthomonas*. Produz frutos de tamanho médio com epiderme amarela de fundo vermelho-claro e com polpa também amarela (Figura C). A maturação ocorre em geral na primeira quinzena de dezembro, sendo considerada precoce na região (GRELLMANN e SIMONETTO, 1996).

A variedade Amarelinha é uma planta menos vigorosa que América, com copa semi-aberta e moderadamente suscetível à *Xanthomonas*. Produz frutos arredondados, levemente assimétricos, com sutura estreita e muito superficial, com epiderme e polpa amarelas (FELICIANO et al., 1986) (Figura D). Amadurece na segunda quinzena de janeiro,

sendo considerada tardia (GRELLMANN e SIMONETTO, 1996).

No ano de 1992, 42 flores de América foram polinizadas com pólen de Amarelinha. Seis flores foram fecundadas e geraram frutos, quatro dos quais atingiram a maturação e foram colhidos. Os caroços desses frutos foram removidos da polpa e semeados em recipientes sob telado. Dos quatro *seedlings*, os primeiros frutos foram avaliados em 1998 e uma planta destacou-se quanto ao aspecto dos frutos e a regularidade da frutificação, passando para a etapa de seleção com uma identificação numérica (Figura A).

No ano de 1999, *seedlings* de pessegueiro foram enxertados com borbulhas do novo genótipo e três plantas foram estabelecidas na coleção do Centro de Pesquisa (Figura B). Essas três plantas foram avaliadas no período de 2001 a 2007, sendo o clone denominado 'América Tardia'. Apesar de o indivíduo original do clone ter senescido, plantas são mantidas na coleção e serão fonte de material para propagação.

Resultados e discussão

Desde 1938, coleções de cultivares de ameixeiras vêm sendo conduzidas e avaliadas no Centro de Pesquisa da Região da Serra, sendo que a atual coleção, iniciada em 1985, soma 82 acessos cujo desempenho já foi caracterizado nesse ambiente. Dentre essas variedades, destacaram-se para a região: América, Frontier, Santa Rosa, Reubennel, Pluma 7, Amarelinha e Santa Rita (GRELLMANN e SIMONETTO, 1995, 1996). Ultimamente, incorporaram-se a esse grupo as variedades Letícia, Polli Rosa, Fortune e Black Amber (SIMONETTO et al., 2007).

'América Tardia' apresenta boa resistência à *Xanthomonas*; copa semi-aberta; boa carga de frutos (Figura B), sem alternância de produção, diferentemente de 'América', que apresenta baixa produtividade em alguns anos, por problemas alheios ao manejo, como polinização ineficiente e baixo acúmulo de frio hibernal (SIMONETTO et al., 2007).

O peso médio dos frutos é de 70 gramas, variando com as condições nutricionais, hídricas e com a realização de raleio. A epiderme dos frutos apresenta coloração amarelada, de fundo vermelho-claro, similar a 'América' (Figura E). A polpa dos frutos é amarelada, de sabor doce e pouco ácido.

Os frutos conservam-se bem a baixas temperaturas. No refrigerador, frutos apresentaram excelentes características, mesmo após um período de 20 dias sem o emprego de absorvedor de etileno.

Por meio das observações ao longo de seis safras, conclui-se que 'América Tardia' é um material com grande potencial para a diversificação de cultivares. Pode ser indicada para cultivo na Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, mas ainda há necessidade de testar seu desempenho produtivo em outros ambientes. Por isso, material propagativo foi disponibilizado para trabalhos descritivos mais aprofundados em diferentes instituições de pesquisa.

Sendo a diversificação de cultivares e a ampliação do prazo de colheita estratégias importantes para garantia de renda do fruticultor, a nova variedade 'América Tardia' é mais uma opção para ampliar o prazo de oferta de frutos similares aos de 'América', de ampla aceitação pelo consumidor.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Dr. João Caetano Fioravanco pelas contribuições ao acervo do banco de imagens do Centro de Pesquisa da Região da Serra.

TABELA 1 - Aspectos fenológicos da nova variedade América Tardia em seis anos de avaliação e dos genitores pistilado ('América') e estaminado ('Amarelinha') em dez anos de avaliação no Centro de Pesquisa da Região da Serra, município de Veranópolis, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Ciclo	Início da brotação	Floração			Maturação	
		Início	Plena	Fim	Início	Fim
'América Tardia'						
2001-2002	20/08	20/08	27/08	03/09	07/01	18/01
2002-2003	25/08	21/08	29/08	19/09	06/01	16/01
2003-2004	08/09	10/09	22/09	30/09	08/01	19/01
2004-2005	10/08	16/08	27/08	13/09	04/01	16/01
2005-2006	02/09	22/08	30/08	08/09	06/01	18/01
2006-2007	10/08	05/08	16/08	30/08	03/01	14/01
'América'						
1992-1993	31/08	28/08	04/09	17/09	14/12	29/12
1993-1994	18/08	15/08	29/08	17/09	08/12	23/12
1994-1995	18/08	16/08	22/08	04/09	28/11	17/12
1995-1996	19/08	17/08	26/08	06/09	30/11	08/12
1996-1997	19/08	15/08	20/08	31/08	07/12	18/12
1997-1998	13/08	08/08	17/08	31/08	09/12	19/12
1998-1999	04/08	07/08	27/08	14/09	04/12	22/12
1999-2000	13/08	04/08	20/08	31/08	30/11	14/12
2000-2001	27/08	24/08	1 ^o /09	14/09	10/12	21/12
2001-2002	17/08	21/08	29/08	10/09	30/11	11/12
'Amarelinha'						
1992-1993	31/08	26/08	03/09	13/09	27/01	04/02
1993-1994	16/08	08/08	25/08	02/09	17/01	29/01
1994-1995	16/08	09/08	19/08	30/08	06/01	17/01
1995-1996	15/08	10/08	24/08	05/09	08/01	24/01
1996-1997	16/08	12/08	19/08	25/08	04/01	16/01
1997-1998	10/08	04/08	14/08	1 ^o /09	16/01	18/01
1998-1999	13/08	1 ^o /08	08/09	20/09	08/01	28/01
1999-2000	12/08	30/07	09/08	27/08	10/01	20/01
2000-2001	28/08	23/08	1 ^o /09	14/09	21/01	31/01
2001-2002	20/08	10/08	18/08	31/08	09/01	18/01



Figuras - A) Frutificação da planta que deu origem à variedade América Tardia, no ano de 1999. B) Planta de 'América Tardia' na coleção de ameixeiras do Centro de Pesquisa da Região da Serra. C) Detalhe dos frutos do genitor pistilado, 'América'. D) Detalhe dos frutos do genitor estaminado, 'Amarelinha'. E) Detalhe dos frutos de América Tardia.

Referências

- BRUCKNER, C. H. Melhoria de Frutíferas. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 1999. p. 679-714.
- BYRNE, D. H. Trends in Stone Fruit Cultivar Development. **HortTechnology**, Alexandria, v. 15, n. 3, p. 494-500, 2005.
- COCIU, V. Forty Years of Plum Breeding in Romania. **Fruit Varieties Journal**, Tyson Building, v. 47, n. 1, p. 63-67, 1993.
- DeBUSE, C. J.; SHAW, D. V.; DEJONG, T.M. Response to Inbreeding of Seedling Traits in a *Prunus domestica* L. Breeding Population. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 130, n. 6, p. 904-911, 2005.
- DUCROQUET, J. P.; DALBÓ, M. S. SCS 409 Camila e SCS 410 Piuna: Novas Cultivares de Ameixeira com Resistência à Escaldadura das Folhas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 67-70, 2007.
- FELICIANO, A. J.; PEREIRA, J. F. M.; RASEIRA, M. C. B.; CAMELATTO, D. **Comportamento de Cultivares e Seleções de Ameixeira em Pelotas, RS**. Pelotas: Embrapa, CNPFT, 1986. 19 p. Documentos, 23.
- GERMANA, M. A. Doubled Haploid Production in Fruit Crops. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 86, p. 131-146, 2006.
- GRELLMAN, E. O.; SIMONETTO, P. R. **A Cultura da Ameixeira**. Porto Alegre: Fepagro, 1996. 32 p. Boletim Técnico, 4.
- _____. ; _____. **Dados de Fenologia e Produção de Cultivares de Ameixeira** (*Prunus salicina* Lindl.). Porto Alegre: Fepagro, 1995. 12 p. Circular técnica, 3.
- HEDRICK, U. P. **Plums of New York**: Report of the New York Experiment Station of the Year 1911. Albany: J.B. Lyon, 1911. 616 p.
- OKIE, W. R.; WEINBERGER, J. H. Plums. In: JANICK, J.; MOORE, J.N. (Eds.). **Fruit Breeding**. New York: John Wiley & Sons, 1996. v. 1, Tree and Tropical Fruits, p. 559-607.
- PREDIERI, S. Mutation Induction and Tissue Culture in Improving Fruits. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 64, p. 185-210, 2001.
- PETRI, C.; BURGOS, L. Transformation of Fruit Trees: Useful Breeding Tool or Continued Future Prospect? **Transgenic Research**, Dordrecht, v. 14, n. 1, p. 15-26, 2005.
- RASEIRA, M. C. B.; QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H. **Prunus Breeding Meeting 2000, Summaries**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. 113 p. Documentos, 75.
- SIMONETTO, P. R.; FIORAVANÇO, J. C.; RASEIRA M. C. B.; GRELLMANN, E. O. **Fenologia e Características Agronômicas de Cultivares de Ameixeira** (*Prunus salicina*): Recomendadas para a Região Serrana do RS. Porto Alegre: Fepagro; Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2007. Circular Técnica, 26.

Influência de processos de escarificação na embebição e germinação de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby

Fernanda dos Santos¹, Gilson Schlindwein², Maria Gorete Rossoni³, Augusto Cruz de Azambuja⁴

Resumo - *Senna corymbosa* é uma espécie florestal nativa da região Sul do Brasil, de grande interesse ornamental e medicinal. Visando contribuir com o conhecimento sobre a germinação desta espécie, foram estudados os processos de absorção de água e o grau de dormência imposta pelo tegumento. Assim, em dois ensaios, avaliaram-se os processos de embebição e germinação nas sementes submetidas à imersão em água por três minutos nas temperaturas ambiente (controle), 60°C, 70°C, 80°C e 90°C, e os tratamentos com ácido sulfúrico (98%) por 5, 10, 15, 20 e 25 minutos, e escarificação manual. Foi constatada a presença de restrições à hidratação das sementes causadas pelo tegumento. A imersão em água acima de 70°C foi nociva à germinação das sementes. Os tratamentos com ácido sulfúrico, escarificação manual e água a 60°C foram eficientes para superar a dormência tegumentar e elevar a germinação acima de 90%.

Palavras-chave: *Senna corymbosa*, dormência, embebição, germinação.

Influence of scarification processes on imbibition and germination of *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby

Abstract- *Senna corymbosa* is South Brazil native forest species, of great interesting ornamental and medicinal. Intending to contribute for the know-how on this specie's germination process, the uptake of water and dormancy degree imposed for the integument was studied. Thus, was evaluated in two assays the imbibition and germination processes in seeds submitted in wet heat for three minutes at ambient (control), 60°C, 70°C, 80°C and 90°C temperatures, and the sulphuric acid (98%) for five, 10, 15 e 25 minutes, and mechanical scarification. Imbibition and germination restrictions imposed for the integument was evidenced. Wet heat above of the 70°C was noxious in seeds germination. The treatments with sulphuric acid, mechanical scarification and 60°C water, were efficient to surpass the integument dormancy and to elevate the germination above of 90%.

Key words: *Senna corymbosa*, dormancy, imbibition, germination.

¹ Bióloga, Rua das Gaivotas 322/Apt 203 - Ingleses, CEP 88058-500, Florianópolis/ SC. E-mail: dossantosschmidt@gmail.com

² Biól. Msc. em Ecologia, Pesquisador da FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, nº 570, Bairro Menino Deus, CEP 90130-060, Porto Alegre/RS.

³ Biól. Dr^a., Professora titular de botânica da ULBRA, Av. Farroupilha, nº 8001, prédio 13, herbário, bairro São José, CEP 92425-900 Canoas/RS.

⁴ Biól., Pesquisador da FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, nº 570, Bairro Menino Deus, CEP 90130-060, Porto Alegre/RS.

Recebido para publicação em 30/06/2006

Introdução

Senna corymbosa (Lam.) H.S. Irwin & Barneby (fedegoso, sene-do-campo, sena-do-mato) pertence à subfamília Caesalpinioideae, apresenta-se como arbusto de grande porte, ramificado, de até 3m de altura, nativo de beira de matas e capões do Sul e Sudoeste do Brasil. É considerada de grande interesse na arborização urbana e como planta medicinal. A espécie também se destaca pelo aspecto ornamental, devido a suas flores de cor amarelo-ouro, reunidas em inflorescências paniculado-corimbosas, que também servem de grande atrativo aos agentes polinizadores. Os frutos são legumes cilíndricos, glabros, indeiscentes, pêndulos, de 8-10 cm de comprimento com sementes de coloração marrom (RODRIGUES et al., 2005). Em muitas espécies dessa família, o tegumento impermeável impede a absorção de água e impõe uma restrição mecânica ao crescimento do embrião, que retarda o processo germinativo.

A utilização do teste de germinação é fundamental para o monitoramento da viabilidade das sementes, antes e durante o armazenamento. Todavia, o conhecimento atual sobre as técnicas de monitoramento é limitado, concentrando-se, principalmente, em plantas de interesse agrícola. Pouco se conhece acerca das condições para germinação da maioria das sementes de espécies silvestres (Heywood, 1989). Com isso, muitas demandas de utilização destas espécies esbarram na falta de informações sobre métodos de propagação, comprometendo sua inclusão em sistemas de produção. Além disso, lotes de sementes que possuam algum tipo de dormência podem ter a sua viabilidade subestimada quando são obtidos baixos valores de porcentagem de germinação. Dessa forma, metodologias para a superação de dormência são importantes, particularmente, para o monitoramento da viabilidade de sementes (ELIS et al., 1985).

De acordo com Baskin e Baskin (1998), com base nos mecanismos envolvidos, a dormência pode ser classificada em dois grandes grupos, a endógena e exógena. Para a maioria das espécies da família Fabaceae (Leguminosae), as sementes apresentam uma proporção elevada de dormência física exógena causada pela impermeabilidade do tegumento o qual impede as sementes de embeber água mesmo sob condições ambientais favoráveis (VILLERS, 1972).

Este tipo de dormência pode ser superado através da escarificação, termo que se refere a qualquer tratamento que resulte na ruptura ou no enfraquecimento do tegumento, permitindo a passagem de água e dando início ao processo de germinação (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1979). Bewley e Black (1994) sugerem que o calor e a escarificação são tratamentos que podem exercer um efeito positivo sobre a germinação de sementes com revestimento dormente, como é o caso das sementes duras da família Fabaceae. Em algumas espécies da subfamília Caesalpinioideae, o tratamento com escarificação mecânica, tem demonstrado resultados promissores na superação de dormência como em sementes de *Cassia nodosa*, *Caesalpinia ferrea*, *Caesalpinia spinosa* (FOWLER e BIANCHETTI, 2000), e *Schizolobium parahyba* (VIEIRA E FERNANDES, 1997). Já, para sementes de *Cassia javanica*, *Cassia speciosa*, *Cassia grandis* e *Senna spectabilis* a imersão em ácido sulfúrico se mostrou mais eficiente (FOWLER e BIANCHETTI, 2000).

Martin et al.(1975), revela que a escarificação térmica com água quente tem demonstrado resultados negativos para se-

mentes desta sub-família. Efeito também constatado em sementes de *Caesalpinia leiostachya*, *Cassia javanica* (GRUS et al., 1984) e *Senna macranthera* (Santarém e Áquila, 1995). Por outro lado, este método demonstra resultados positivos em sementes de *Senna occidentalis* (Kumari e Kohli, 1984), *Senna multijuga* e *Schizolobium amazonicum* (BIANCHETTI et al., 1997).

Contudo, na maioria dos estudos envolvendo testes de superação de dormência tegumentar, pouca ou nenhuma atenção tem sido dada aos processos de embebição de sementes, fator este, essencial para compreensão do grau de dormência imposta primariamente pela impermeabilidade do tegumento. Desta forma, ao monitorar o processo de hidratação pode-se verificar o grau de dormência imposta pelo tegumento, por meio de curvas de embebição.

Assim, pretende-se neste trabalho avaliar o efeito de diferentes tipos de escarificação sobre a embebição e a germinação de sementes de *Senna Corymbosa*, identificando as restrições do tegumento sobre estes processos, bem como desenvolver métodos práticos para sua superação sem comprometer a viabilidade das sementes.

O conhecimento sobre a germinação de *Senna corymbosa* permitirá otimizar a produção de mudas e a elaboração de técnicas de análise em laboratório que avaliem a qualidade fisiológica de diferentes lotes.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Tecnologia de Sementes da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/ Porto Alegre – RS.

Para realização deste trabalho, foram utilizadas sementes de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin e Barneby (fedegoso) colhidos de um indivíduo localizado no município de Porto Alegre, RS. Após o beneficiamento e teste de pureza (separação das sementes predadas), as sementes foram acondicionadas em recipientes de vidros fechados e mantidas em câmara seca (temperatura $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e $60 \pm 3\%$ de umidade), por 16 dias até o início dos testes quando as sementes apresentavam $15,2\%$ de umidade, determinado pelo método de estufa $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas, de acordo com as Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Para os testes de quebra de dormência nas sementes de *Senna corymbosa*, foram conduzidos dois ensaios. No primeiro ensaio, com a utilização de uma placa termostática testou-se os tratamentos com imersão das sementes em água por três minutos nas temperaturas ambiente (controle), 60°C , 70°C , 80°C e 90°C . No segundo ensaio, avaliaram-se os tratamentos com ácido sulfúrico a 98% por 5, 10, 15, 20 e 25 minutos e escarificação manual com lixa P80 e um controle (semente intacta). Em cada tratamento foram avaliados os processos de embebição e germinação.

Para o teste de embebição, as sementes foram colocadas em papel mata borrão umedecido com água destilada em caixas (gerbox), à temperatura de 25°C em um germinador, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes, nos períodos de 2, 4, 6, 24, 48 e 120 horas. As repetições foram pesadas separadamente, tendo-se o cuidado de remover a umidade superficial das sementes com papel toalha. Com os valores das pesagens consecutivas foram calculadas as porcentagens de ganho de água em relação ao peso inicial, a fim de estabelecer às

curvas de embebição.

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores com luz e temperatura de 25°C constante, com substrato papel mata borrão, acondicionados em caixas (gerbox) de 11 x 11 cm, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. A avaliação dos testes foi feita com base em contagens diárias durante 15 dias, a partir do dia em que se iniciou a protrusão da radícula. Os dados obtidos foram usados para os cálculos de porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG%).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado pela fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{N}{D_1} + \frac{N}{D_2} + \dots + \frac{N}{D_n}, \text{ onde:}$$

N_1 = número de sementes germinadas no primeiro dia de contagem;

D_1 = número de dias transcorridos, desde a instalação do teste até o primeiro dia de contagem;

N_2 = número de sementes germinadas, entre o primeiro e o segundo dias de contagem;

D_2 = número de dias transcorridos, desde a instalação do teste até o segundo dia de contagem;

N_n = número de sementes germinadas entre o penúltimo e o último dia de contagem;

D_n = número de dias transcorridos, desde a instalação até o último dia de contagem.

Para comparação dos dados foi feita análise de variância (Anova). A separação das médias foi feita através do teste Fisher (alpha=0,50), utilizando-se o pacote estatístico Sigmatat, versão 2.0 (SPSS Inc.).

Resultados e discussão

O processo de embebição nas sementes não escarificadas ocorreu de forma reduzida comparadas aos tratamentos com água quente, ácido sulfúrico e escarificação manual, os quais promoveram uma rápida absorção de água (Figura 1). Assim, foi constatada a presença de restrições à hidratação das sementes causadas pelo tegumento.

Entre os tratamentos com água quente, as sementes submetidas à temperatura de 60°C apresentaram um processo lento na absorção de água, dobrando seu peso inicial somente em 120 horas, enquanto que os demais tratamentos com temperaturas de imersão mais elevadas se aproximaram deste mesmo índice em 24 horas (Figura 1A). Durante este processo, os tratamentos com água a 60°C e 70°C mantiveram um aumento progressivo após 48 horas, enquanto que nos tratamentos com água a 80°C e 90°C, após este período, estabilizaram seus pesos.

Nos tratamentos com água acima de 70°C também não houve germinação (Tabela 1). Assim, os tratamentos com temperaturas de imersão mais altas, embora tenham reduzido a impermeabilidade do tegumento, acabaram sendo nocivas ao desenvolvimento do embrião, uma vez que, nestes casos o aumento inicial na taxa de absorção de água pela semente consiste num processo meramente físico que ocorre em qualquer tecido morto ou vivo resultante do seu potencial matricial (BRADFORD, 1995). Assim, a continuidade da germinação passa a depender da manutenção do

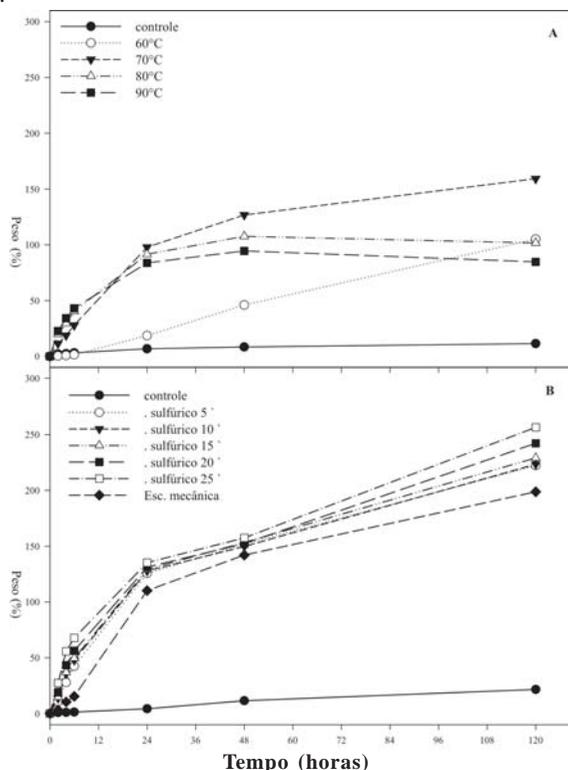


FIGURA 1 - Curvas de embebição em sementes de *Senna corymbosa*, submetidas a tratamentos com água em diferentes temperaturas (A), ácido sulfúrico (98%) em diferentes tempos e escarificação mecânica (B).

TABELA 1: Porcentagem final de germinação e IVG (Índice de velocidade de germinação) em sementes de *Senna corymbosa* submetidas a diferentes temperaturas de imersão em água .

Tratamento	IVG(%)	G(%)
Controle	2.5c	22c
água 60°C	15.2a	98a
água 70°C	9.9b	70b
água 80°C	0d	0d
água 90°C	0d	0d

* As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Fisher (a 0,05).

processo de embebição ao atingir a fase III, caracterizada pela absorção lenta de água, devido ao alongamento celular que antecede a emergência da plântula (CASTRO e HILHARET, 2004).

Martin et al. (1975) constatou que a germinação em sementes do gênero *Cassia* não aumentou em resposta ao calor, sendo mortas em altas temperaturas. Outros autores também observaram efeitos negativos com água quente em sementes de *Caesalpinia leiostachya*, *Cassia javanica* Ried (GRUS et al., 1984), e *Senna macranthera* (SANTARÉM e ÁQUILA, 1995). Porém, em muitos destes exemplos não há limites definidos entre a quebra da dormência e a viabilidade da semente, uma vez que a maioria destes trabalhos foram realizados com água em temperatura próxima aos 100°C.

Em avaliações com sementes duras em leguminosas de diferentes procedências, Van Klinken e Flack (2005) revelaram que a elevação da temperatura associada a períodos de embebição são fatores importantes na superação da dormência física, desde que não se excedam limites críticos de temperatura e tempo de exposição nestas condições. Neste contexto, as sementes submetidas ao tratamento com água a 60°C apresentaram valores significativamente maiores de germinação (98%) em relação ao controle (22%) e aos demais tratamentos (Tabela 1). Segundo Morris (2000), nestes casos o calor liberta as sementes da dormência quebrando o revestimento impermeável da mesma, permitindo a embebição e a continuação da germinação. Assim, a imersão a 60°C, embora não tenha eliminado completamente a impermeabilidade do tegumento, foi capaz de manter um aumento progressivo do seu peso ao longo da embebição (Figura 1A), garantido maiores índices de germinação comparados com os demais tratamentos térmicos, sobretudo ao tratamento com água 70°C, que obteve o segundo maior índice de germinação. O mesmo foi observado por Kumari e Kohli (1984) em *Senna occidentalis* e Bianchetti et al. (1997) em *Schizolobium amazonicum*. Estes resultados mostram que a água quente em limite de temperatura mais amena pode ser usada para superação da dormência sem comprometer a viabilidade destas sementes e que o efeito destes tratamentos não pode ser generalizado para as espécies deste grupo, como sugere Martin et al. (1975).

No segundo ensaio, com ácido sulfúrico e escarificação manual, a curva de embebição das sementes de *Senna corymbosa* (Figura 1B) mostraram-se muito similares, com taxas de velocidade de embebição nas primeiras 24 horas superiores as encontradas nos tratamentos com água quente

(Figura 1A). Também, pode-se observar nestes tratamentos que após a fase inicial de hidratação, o processo de embebição se manteve como resultante do alongamento do embrião, o que conseqüentemente elevou o percentual de germinação (Tabela 2).

TABELA 2: Porcentagem final de germinação e IVG (Índice de velocidade de germinação) em sementes de *Senna corymbosa* submetidas aos tratamentos de escarificação com ácido sulfúrico.

Tratamento	IVG(%)	G(%)
controle	0.6b	4b
ác. sulfúrico 5'	18.5a	95a
ác. sulfúrico 10'	19.5a	98a
ác. sulfúrico 15'	19.5a	98a
ác. sulfúrico 20'	20a	100a
ác. sulfúrico 25'	20a	95a
escarificação manual	17.8a	92a

* As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Fisher (a 0,05).

Nos dados de germinação (tabela 2), os tratamentos com ácido sulfúrico e escarificação manual não diferiram significativamente entre si. Estes apresentaram índices de germinação (G% > 91% e IVG% > 18,5%), significativamente superiores ao controle (G%=4% e IVG%=0,6%).

Os resultados positivos com ácido sulfúrico em sementes de *Senna corymbosa* estão de acordo com outras espécies desta sub-família, conforme os resultados obtidos por Fowler e Bianchetti (2000) para sementes de *Cassia javanica*, *Cassia speciosa*, *Cassia grandis* e *Senna spectabilis*.

No entanto, sob o ponto de vista prático, a imersão em água quente consiste na alternativa mais viável para produção de mudas, pois não depende de reagentes químicos, nem de escarificadores elétricos, os quais aumentam o custo de produção, podendo também causar danos à viabilidade das sementes, além de gerar resíduos poluentes ao meio ambiente.

Contudo, como se espera variações do grau de dormência tegumentar entre lotes de sementes associadas as suas histórias (CERVANTES et al., 1995; VAN KLINKEN e FLACK, 2005), como fatores genéticos (BEWLEY e BLACK, 1982) variações ambientais (MORRISON et al., 1998), além de alterações na intensidade ocorridas ao longo do tempo (BASS, 1979; BEWLEY e BLACK, 1982) deve-se ter cautela em apontar padrões para esta espécie, sendo necessários que estes métodos sejam repetidos em ensaios com diferentes lotes.

Conclusões

As sementes testadas de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby apresentam tegumento com baixa permeabilidade, fato que resulta em baixo índice de germinação nas sementes não escarificadas.

Os tratamentos com água a 60°C, ácido sulfúrico e escarificação manual foram eficientes para superar a dormência tegumentar das sementes de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby.

As sementes submetidas aos tratamentos com água quente acima de 70°C, tiveram a perda de sua viabilidade no lote testado.

Referências

- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Germination Ecophysiology of Herbaceous Plant Species in a Temperate Region. **American Journal of Botany**, New York, v. 75, n. 2, p. 286-305, 1998.
- BASS, L. N. Physiological and other Aspects of Seed Preservation. In: RUBISTEIN, I.; PHILLIPS, R.; GREEN, C. E.; GENGENBACH, B. G. (Ed.) **The Plant Seed: Development, Preservation, and Germination**. London: Academic Press, 1979. p. 145-170.
- BEWLEY, J. D. ; BLACK, M. **Dormancy and Environmental Control**. Berlin: Spriger- Verlag, 1982. 375 p.
- _____. ; _____. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 412 p.
- BIANCHETTI, A. ; TEIXEIRA, C. A. D.; MARTINS, E. P. **Tratamentos para Superar a Dormência de Sementes de Bandarra (Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke)**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 1997. Comunicado Técnico, doc. 20.
- BRADFORD, K. J. Water Relations in Seed Germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds.) **Seed Development and Germination**. New York: Academic Press, 1995. p. 351-396.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CASTRO, R. D. de.; HILHARET, H. W. M. Embebição e Reativação do Metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artemed, 2004. p. 149-161.
- CERVANTES, V.; CARABIAS, J.; VÁZQUEZ-YANES, C. Seed Germination of Woody Legumes from Deciduous Tropical Forest of Southern México. **Forest Ecology and Management**, Livingston, v. 82, p. 171-184, 1995.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H; **Handbook of Seed Germination for Genebanks**. Rome: IBPGR, 1985. p. 211-667.
- FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em Sementes Florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. doc. 40.
- GRUS, V. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. ; GRAZIANO, T. T. Germinação de Sementes de Pau-ferro e Cássia-javanica Submetidas a Tratamentos para Quebra de Dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 6, n.2, p. 29-35, 1984.
- HEYWOOD, V. H.; **Estratégias dos Jardins Botânicos para Conservação**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1989. 69 p.
- KUMARI, A.; KOHLI, R. K. Studies on Dormancy and Macromolecular Drifts during Germination in *Cassia occidentalis* L. seeds. **Journal of Tree Sciences**, v. 3, n. 1-2, p.111-125, 1984.
- MAGUIRE, J. D. Speed of Germination and in Selection for Seedling Emergence and Vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Chemical Composition of Seeds. In: THE GERMINATION OF SEEDS. Oxford: Pergamon Press, 1979. p. 10-20.
- MARTIN, R. E.; MILLER, R. L.; CUSHWA C. T. Germination Response of Legume Seeds Subjected to Moist and Dry Heat. **Ecology**, New York, v. 56, p. 1441-1445, 1975.
- MORRIS, E. C. Germination Response of Seven East Australian Grevillea Species (Proteaceae) to Smoke, Heat Exposure and Scarification. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 48, p. 179-189, 2000.
- MORRISON, D. A. ; McCLAY, K. ; PORTER, C.; RISH, S. The Role of the Lens in Controlling Heat-induced Breakdown of Testa-imposed Dormancy in Native Australian Legumes. **Annals of Botany**, New York, v. 82, p. 35-40, 1998.
- RODRIGUES, R. S.; FLORES, A. S.; MIOTTO, S. T. S.; BAPTISTA, L. R. M. O Gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-16. 2005.
- SANTARÉM, E. R.; AQUILA, M. E. A. Influência de Métodos de Superação de Dormência e do Armazenamento na Germinação de Sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 205-209, 1995.
- VAN KLINKEN, R. D. V. ; FLACK, L. Wet Heat as a Mechanism for Dormancy Release and Germination of Seeds with Physical Dormancy. **Weed Science**, v. 53 p. 663-669, 2005.
- VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Métodos de Quebra de dormência de Sementes. Piracicaba: IPEF – LCF/ESALQ/USP, 1997. **Informativo Sementes IPEF**. Disponível em: <<http://ipef.br/sementes>>. Acesso em: maio 2000.
- VILLERS, T.A. Seed Dormancy. In: KOZLOWSKY, T. T. (Ed.) **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972. p. 220-282

Viabilidade de sementes armazenadas de frutos imaturos de jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius* Lem. - RUTACEAE)

Anaise Costa Calil¹, Cristina Leonhardt², Luana dos Santos de Souza³, Vanessa Savian da
Silva³

Resumo - O jaborandi ocorre no Brasil de São Paulo ao Rio Grande do Sul e contém pequenas quantidades do alcalóide pilocarpina. Apresenta floração e frutificação intermitente ao longo do ano, dificultando a coleta de sementes no período de deiscência dos frutos. Com o objetivo de avaliar a viabilidade de sementes de frutos imaturos, foram feitos testes de germinação na coleta, após a deiscência dos frutos em ambiente não controlado de laboratório (36 dias) e durante armazenamento em câmara seca até 330 dias. As sementes extraídas de frutos imaturos, com teor de água de 17,4%, apresentaram germinação de 85% e 76% após a deiscência dos frutos, com redução do teor de água para 9,5%. A viabilidade inicial não foi afetada significativamente durante o período de nove meses de armazenamento, porém, aos onze meses, houve redução da viabilidade para 40%, apresentando tendência de conservação da longevidade inferior a um ano.

Palavras-chave: sementes florestais, maturação, deiscência.

Viability of stored seeds from immature fruits of jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius* Lem. - RUTACEAE)

Abstract - Jaborandi grows naturally in Brazil from São Paulo to Rio Grande do Sul and contains small amounts of pilocarpina alkaloid. It presents intermittent flowering and fruiting along the year, making difficult the collection of seeds in the period of fruits dehiscence. To evaluate the seeds viability of immature fruits, germination tests at harvest time, after fruits dehiscence in room conditions and during 330 days storage in dry chamber conditions were carried out. Seeds from immature fruits with 17,4% of moisture content, presented 85% of germination, and after fruits dehiscence 76%, with moisture content reduction to 9,5%. Initial viability was not significantly affected during nine months of storage, but at 11th months there was a germination reduction to 40%, showing a trend of less than one year of seeds longevity conservation.

Kew-words: forest seeds, seeds maturity, dehiscence.

¹ Bióloga, Esp., Pesquisadora do Jardim Botânico de Porto Alegre/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Rua Dr. Salvador França, 1427, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail anaise.calil@fzb.rs.gov.br.

² Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesquisadora do Jardim Botânico de Porto Alegre/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Rua Dr. Salvador França, 1427, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Acadêmicas de Biologia, Estagiárias Jardim Botânico de Porto Alegre/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Rua Dr. Salvador França, 1427, Porto Alegre, RS, Brasil.

Recebido para publicação em 30/06/2006

Introdução

O jaborandi (*Pilocarpus pennatifolius* Lem.) tem ocorrência registrada no Brasil, desde São Paulo até o Rio Grande do Sul, no Paraguai e na Argentina. No Rio Grande do Sul, a espécie tem distribuição irregular e descontínua, ocorrendo em solos úmidos ou rochosos nas matas do Rio Uruguai, bem como nas matas da bacia do Rio Jacuí, sendo rara sua ocorrência na Encosta Atlântica (REITZ *et al.*, 1988).

Arvoreta de 3 a 10 metros de altura, de tronco geralmente tortuoso, o jaborandi apresenta casca marrom ou escura, áspera, com cheiro forte e desagradável. As folhas compostas de 4 a 6 folíolos ou mais, grandes e verde-escuras, bem como, as inflorescências, em cachos longos e pendentes, de flores vermelho-escuras ou roxas, conferem valor ornamental à espécie.

Estudando a morfologia e a anatomia dos frutos, Souza *et al.* (2005), descreveram o fruto maduro como um esquizocarpo, com número variável de mericarpos unisseminados, que se abrem no meio do lóculo. O mesocarpo contém cavidades secretoras de óleos essenciais e o endocarpo, constituído por fibras esclerenquimáticas, é responsável pelo fenômeno de autocoria da espécie. O mecanismo de deiscência é higroscópico xerocásico, uma vez que o pericarpo torna-se seco com a maturidade. As sementes são bitementadas e exalbuminosas.

O gênero *Pilocarpus* contém diversas espécies conhecidas por jaborandi, cujas folhas contém o alcalóide pilocarpina, tradicionalmente usado no tratamento do glaucoma. Em *P. pennatifolius* a obtenção do alcalóide é possível, até mesmo, de tecidos cultivados *in vitro* (SALLES *et al.*, 2004).

Segundo conclusões do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, *P. pennatifolius* é uma das espécies mais abundantes na regeneração natural da Floresta Estacional Decidual. (UFSC, 2001). Entretanto, são raras as informações referentes à conservação, propagação e emprego econômico desta espécie.

O início da dispersão é considerado o momento adequado para a coleta em espécies florestais (BASKIN e BASKIN, 1998). Em *Cedrela fissilis*, por exemplo, a abertura das primeiras cápsulas corresponde à melhor fase para a coleta das sementes (CORVELLO, 1999).

Além disso, é recomendável que a colheita seja antecipada à completa maturação para prevenir a perda de sementes em espécies florestais com frutos deiscências na maturação, como os ipês (*Tabebuia* spp.) e a peroba (*Aspidosperma polyneuron*) (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993). A colheita antecipada também pode ser vantajosa para as espécies que adquirem dormência no último estágio de maturação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Reitz *et al.* (1988), a floração e frutificação de *P. pennatifolius* acontecem de forma intermitente ao longo do ano, sendo freqüente a ocorrência de botões, flores, frutos verdes fechados e frutos pardos abertos ao mesmo tempo, conforme também foi observado nos exemplares da coleção do Jardim Botânico de Porto Alegre. Tal comporta-

mento fenológico acarreta dificuldade para a coleta de um número expressivo de frutos com o mesmo estágio de maturação, visando à propagação sexuada.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o comportamento germinativo de sementes de *P. pennatifolius*, de frutos coletados antes da deiscência, após a deiscência em ambiente de laboratório e durante armazenamento em câmara seca.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (JB/FZB) no período outubro de 2003 a novembro de 2004. Frutos de coloração verde, pré-deiscências (Figura 1A) foram coletados de exemplares de *P. pennatifolius* da coleção arbórea do Jardim Botânico de Porto Alegre/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (30°03'02''S, 51°10'37''W e altitude de 46,9 m).

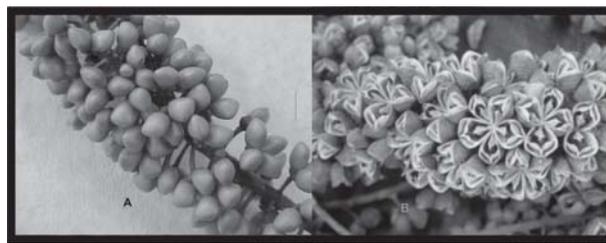


FIGURA 1 - Frutos de *P. pennatifolius*: A) frutos imaturos na coleta; B) frutos abertos, após deiscência em ambiente de laboratório. Escala = 1 cm.

Parte de frutos foi aberta, com auxílio de espátula, para a extração de uma amostra de 240 sementes que foram submetidas à avaliação. Os frutos restantes permaneceram espalhados dentro de bandejas plásticas sobre uma bancada de laboratório até a deiscência e liberação das sementes (Figura 1B). Uma amostra foi submetida à avaliação e as sementes restantes foram armazenadas em câmara seca a $17^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $45\% \pm 10\%$ de umidade relativa do ar, em embalagem de papel. As sementes foram submetidas à avaliação aos 60, 90, 120, 240, 270, 300 e 330 dias de armazenamento.

As avaliações foram realizadas através das seguintes determinações: **teor de água (TA)**- determinado em duas amostras de vinte sementes, pelo método da estufa à temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas (BRASIL, 1992); **germinação (G)**- as sementes foram desinfestadas em uma solução de hipoclorito de sódio 2%, durante dez minutos, sendo, então, lavadas com água destilada. O teste foi conduzido com quatro amostras de 25 sementes, em caixas plásticas tipo 'gerbox', sobre areia, em germinador regulado à temperatura constante de 25°C e presença de luz em sala. A avaliação foi efetuada a cada três e quatro dias, durante 70 dias, sendo que o critério de germinação foi o de plântula normal; **início de germinação (IG)**- é o tempo decorrido entre a semente e a protrusão da raiz, expresso em dias; **tempo médio de germinação (TMG)**- determinado segundo Silva e Nakagawa (1995), com base no número de sementes

germinadas em cada avaliação, multiplicado pelo respectivo tempo, dividindo o resultado pelo número total de sementes germinadas ao final do teste.

Os resultados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas ao nível de 5%.

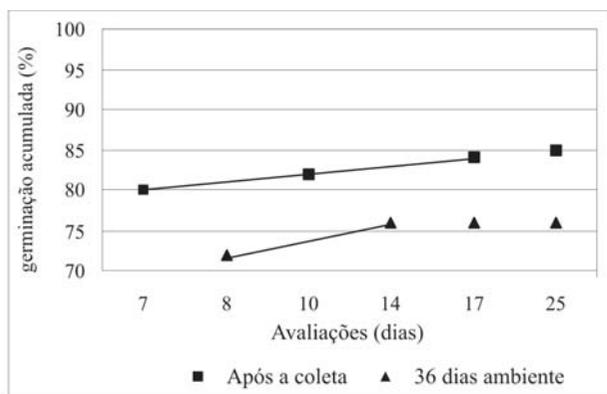
Resultados e discussão

No estágio de desenvolvimento em que foram coletados os frutos de *P. pennatifolius* (Figura 1A), as sementes apresentaram teor de água de 17,4% e elevado percentual de germinação (85%). A deiscência completa dos frutos (Figura 1B) ocorreu após 36 dias em ambiente de laboratório. Nesta ocasião, as sementes apresentaram redução significativa do teor de água (Tabela 1), mantendo, no entanto, percentagem de germinação equivalente a da coleta (Figura 2).

TABELA 1 - Resultados dos testes de teor de água (TA), germinação (G), início (IG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Pilocarpus pennatifolius* na coleta (frutos imaturos), após a deiscência (ambiente de laboratório) e durante armazenamento em câmara seca. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si.

Momento da amostragem para avaliação	TA (%)	G (%)	IG (dias)	TMG (dias)
Coleta	17,4 a	85 a	7 c	8,1
Deiscência (36 dias)	9,5 b	76 ab	8 b	8,5
Armazenamento:				
60 (dias)	7,9 b	69 ab	7 c	8,1
90	7,2 c	72 ab	8 b	11,7
120	8,6 b	74 ab	6 c	8,5
240	7,3 c	71 ab	6 c	8,6
270	7,5 c	67 ab	7 c	9,7
300	7,6 c	59 b	8 b	10,4
330	7,8 c	40 c	10 a	10,2
Média geral	9,0	68,1	7,4	9,3
CV (%)	1,65	18,4	-	-
Pr>F	<0,001	<0,001	<0,001	=0,051
Comparação das médias	Tukey	Tukey	Dunn's	n.s.

FIGURA 2 - Percentagem de germinação acumulada de sementes de *Pilocarpus pennatifolius* extraídas de frutos imaturos (após a coleta) e após a deiscência (36 dias em ambiente de laboratório).



A análise da variância detectou diferença significativa da germinação pelo efeito do armazenamento em câmara seca. O percentual de germinação não diferiu entre as sementes avaliadas na coleta dos frutos, até 270 dias de armazenamento. Entretanto, a partir de 300 dias de armazenamento houve redução significativa da germinação e aos 330 dias apresentou valor inferior a 50% de germi-

nação (Tabela 1).

O tempo médio de germinação das sementes antes e após a deiscência foi de 8,1 e 8,5 dias e, ao longo de todas as avaliações, variou entre oito e onze dias, mostrando forte tendência de separação das médias, embora não diferindo significativamente ($P=0,051$) (Tabela 1).

O início da germinação das sementes dos frutos imaturos ocorreu aos sete dias e após a deiscência aos oito dias. Durante o período de armazenamento, houve diferença significativa ($P<0,001$) entre as médias variando entre seis e dez dias após a semeadura.

A redução do teor de água para 7,9% após 36 dias em ambiente de laboratório e 60 dias em câmara seca não influenciou a velocidade de germinação, indicando que as sementes não adquiriram dormência induzida pela secagem. A secagem de maturação que ocorre ao final do processo de formação das sementes ortodoxas (BEWLEY e BLACK, 1994), pode conduzir à dormência primária (CARDOSO, 2004), pelo desenvolvimento de tegumentos impermeáveis. Porém, para as sementes de jaborandi, o estudo anatômico de Souza *et al.* (2005), mostra que a mesotesta, principal camada mecânica do tegumento, é constituída, na maturidade, de células de paredes espessadas, porém, não lignificadas.

Analisando a redução do teor de água até 7,2% sem redução significativa da germinação, a tolerância à dessecação das sementes observada após 90 dias em câmara seca, sugere um comportamento ortodoxo, no entanto, este deve ser embasado utilizando-se sementes de frutos maduros, empregando-se metodologia proposta por Carvalho (2000).

A redução da viabilidade e o retardamento da germinação, quando não associados à dormência, são indicativos da perda de vigor do lote de sementes (NEVES, 1994; NAKAGAWA, 1994). Os resultados mostraram que após dez meses de armazenamento, ocorreu o comprometimento da qualidade do lote de sementes. Levando-se em conta que a longevidade das sementes em armazenamento é influenciada pela qualidade do lote de sementes, esta relacionada à maturidade fisiológica e ao manejo pós-coleta (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), é provável que a permanência dos frutos expostos sobre bancada em laboratório até completarem a deiscência tenha contribuído para a redução da qualidade das sementes, na medida que as flutuações ambientais de umidade e temperatura são fatores que aceleram o processo de deterioração das sementes (CARNEIRO e AGUIAR, 1993). De acordo com Baskin e Baskin (1998), podem ocorrer modificações nas respostas de germinação durante o armazenamento em temperatura de sala e, percentagens de germinação mais elevadas são obtidas, se as sementes secarem enquanto estiverem presas à planta-mãe e não ao secarem após a coleta.

Além disso, é possível que no estágio de desenvolvimento em que foram colhidas, as sementes de jaborandi não tivessem atingido a fase de maturidade fisiológica e, por conseqüência, o máximo de qualidade para o armazenamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Deste modo, para prolongar a longevidade das sementes de jaborandi por período superior ao observado, serão necessários estudos de identificação da fase de maturida-

de fisiológica das sementes e de secagem controlada de frutos e sementes.

Conclusões

Este trabalho, nas condições em que foi realizado, permitiu as seguintes conclusões:

- sementes de *P. pennatifolius* com teor de água de 17,4% coletadas de frutos imaturos, apresentaram germinação elevada (85%), podendo ser coletadas, nestas condições, para semeadura imediata.
- a permanência de frutos imaturos em condições ambientais de laboratório para promover a deiscência, reduziu o teor de água e não afetou significativamente a

viabilidade das sementes.

- a viabilidade inicial das sementes não foi afetada significativamente durante o período de nove meses de armazenamento em câmara seca.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Prof. Dra. Rosa Neli Bento de Andrade (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul) e à Dra. Lia Rosane Rodrigues (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) pela leitura crítica.

Referências

- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. P. M. **Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CARDOSO, V. J. M. Dormência: Estabelecimento do Processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 95-108.
- CARNEIRO, J. G. de A.; AGUIAR, I. B. de. Armazenamento de Sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.
- CARVALHO, L. R. de. **Classificação Fisiológica de Sementes de Espécies Florestais quanto à Capacidade de Armazenamento**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, 2000, 97 p.
- CARVALHO, N. M de; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CORVELLO, W. B. V. et al. Maturação Fisiológica de Sementes de Cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 23-27, 1999.
- NAKAGAWA, J. Testes de Vigor Baseados na Avaliação de Plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-86.
- NEVES, C. S. V. J. Sementes Recalcitrantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 459-467, 1994.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. de. Maturação e Dispersão de Sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1988. 525 p.
- SALLES, L. de A. et al. Pilocarpine in Callus and Cell Suspension Cultures of *Pilocarpus pennatifolius*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n.3, p. 437-439, jul/set. 2004.
- SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de Fórmulas para Cálculo de Germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.
- SOUZA, A. de; MOURÃO, K. S. M.; SOUZA, L. A. de Morfologia e Anatomia do Fruto e da Semente em Desenvolvimento de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae) **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 745-754, out./dez. 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: 2001. 1CD-ROM.

Efeitos do fenômeno Enos sobre a evapotranspiração de referência na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, Brasil

Ronaldo Matzenauer¹, Moacir Antonio Berlato²,
Márcia dos Reis Sampaio³, Júlio Kuhn da Trindade³

Resumo - Este trabalho teve como objetivo, avaliar os efeitos do fenômeno El Niño Oscilação do Sul (ENOS) sobre a evapotranspiração de referência (ET_o) na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. A evapotranspiração de referência foi determinada para as localidades de Passo Fundo (28° 14' S, 52° 24' W e 690 m de altitude), Cruz Alta (28° 36' S, 53° 40' W e 430 m de altitude) e Júlio de Castilhos (29° 10' S, 53° 41' W e 490 m de altitude). Nos meses de outubro, novembro e dezembro, os valores mais elevados de ET_o ocorreram em eventos de La Niña, para as três localidades avaliadas. No período de janeiro a março, a ET_o foi maior em anos neutros, nas três localidades. Neste período, os valores de ET_o foram os mais baixos em eventos de La Niña, para Júlio de Castilhos e Cruz Alta. Para o período de inverno, a ET_o foi maior, geralmente, em anos neutros, comparado com os demais eventos, a exemplo do observado no período de verão. Os resultados evidenciam condições de maior demanda evaporativa em anos neutros, tanto no verão como no inverno.

Palavras-chave: El Niño, La Niña, consumo de água, Sul do Brasil.

Effects of Enos phenomenon over reference evapotranspiration in region of Planalto Médio of Rio Grande do Sul State, Brazil

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effects of the phenomenon ENSO over a reference evapotranspiration (ET_o) in climatic area of the Planalto Médio of Rio Grande do Sul State, Brazil. The ET_o was estimated to Passo Fundo (28° 14' S; 52° 24' W, 690m of altitude), Cruz Alta (28° 36' S, 53° 40' W, 430m de altitude) and Júlio de Castilhos (29° 10' S, 53° 41' W, 490m de altitude) sites. In the period of October – December, the higher values of ET_o occurred during La Niña, for the tree localities. In the period of January – March, the higher values of ET_o occurred during neutral years for the tree localities. In this period, the lower values of ET_o occurred in La Niña events, for localities of Júlio de Castilhos and Cruz Alta. In the winter period the ET_o was higher in neutral years in the most years, in example of observed in summer period. The results showing higher conditions of evaporative demand of atmospheric in neutrals years, in the periods of summer and winter.

Key words: El Niño, La Niña, water availability, southern Brazil.

1 Engenheiro Agrônomo, Pesquisador do Centro de Meteorologia Aplicada – FEPAGRO/SCT, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br - Bolsista do CNPq - (Autor para correspondência).

2 Engenheiro Agrônomo, Professor da Faculdade de Agronomia - UFRGS. Bolsista do CNPq

3 Estagiário do Centro de Meteorologia Aplicada da FEPAGRO/SCT.

Recebido para publicação em 29/11/2006

Introdução

A evapotranspiração de referência (ET_o) é utilizada como padrão para estimativa da evapotranspiração de cultivos por meio do uso de coeficientes de cultura. Sua determinação é importante para avaliar a demanda evaporativa da atmosfera em diferentes regiões ecoclimáticas e períodos, visando a determinação das disponibilidades hídricas em cada situação. Além disso, é uma informação fundamental para estudos de zoneamento agroclimático com vistas à redução de riscos, para o planejamento da irrigação e para a definição da melhor época de semeadura.

Nos últimos anos tem-se associado as variações interanuais do tempo e do clima, em diversas regiões do globo, ao fenômeno El Niño Oscilação do Sul (ENOS). Diversos estudos têm demonstrado a relação entre o fenômeno e a variabilidade da chuva no sudeste da América do Sul (RAO e HADA, 1990; STUDZINSKY, 1995; MONTECINOS et al., 2000). Nesta região, a fase quente do evento está associada ao aumento da precipitação pluvial, enquanto que a fase fria normalmente determina precipitações pluviais abaixo dos valores normais, particularmente no período da primavera.

Fontana e Berlato (1996) avaliaram a influência do fenômeno ENOS sobre a precipitação pluvial e sobre o rendimento de milho no Estado do Rio Grande do Sul. Os autores verificaram desvios positivos da média de precipitação nos meses de setembro e outubro e desvios negativos nos meses de novembro a abril, para as localidades de Passo Fundo e Cruz Alta. Os meses com desvios negativos de precipitação coincidem com os meses mais críticos para o desenvolvimento das culturas de primavera-verão. Os autores concluíram que a variabilidade da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul está relacionada ao fenômeno ENOS e essa variabilidade tem influência sobre o rendimento das culturas de milho e soja no Estado.

Os impactos do ENOS também foram verificados em outros elementos meteorológicos e agrometeorológicos, no Rio Grande do Sul, como temperatura (LOPES e BERLATO, 2000; PUCHALSKI, 2000), nebulosidade (CARMONA e BERLATO, 2002), dias de precipitação pluvial (FONTANA e ALMEIDA, 2002) e déficit e excesso hídricos (PUCHALSKI, 2000). Nenhum trabalho, no entanto, pelo menos de abrangência regional, analisou, até então, os impactos do ENOS na evapotranspiração de referência no estado.

A evapotranspiração de referência está associada às condições que determinam a demanda evaporativa da atmosfera e ao regime hídrico, como radiação solar e insolação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, principalmente. Se o fenômeno ENOS causa influência nessas variáveis originais, como já mostrado para a maioria delas, a hipótese deste trabalho é que o ENOS causa impacto também na ET_o.

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do fenômeno ENOS sobre a evapotranspiração de referência na região do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul.

Material e métodos

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada utilizando-se o método de Penman (1956), a partir de dados meteorológicos obtidos no Banco de Dados do Centro de Meteorologia Aplicada da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS, durante o período de 1975 a 2001. O saldo de radiação (R_n) foi estimado pela função ajustada por Bergamaschi e Guadagnin (1990) para superfície gramada.

As avaliações da evapotranspiração de referência foram feitas para as localidades de Passo Fundo (28° 14' S, 52° 24' W e 690m de altitude), Cruz Alta (28° 36' S, 53° 40' W e 430m de altitude) e Júlio de Castilhos (29° 10' S, 53° 41' W e 490m de altitude), situadas na região climática do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Deve-se salientar, que a região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, concentra áreas significativas de produção de culturas anuais de grãos no estado, principalmente milho, soja e trigo.

A partir de informações obtidas em Tremberth (1997) e no site do CPTEC/INPE, foi montada uma tabela com a ocorrência do fenômeno ENOS (La Niña e El Niño) e de períodos neutros, sem a ocorrência do fenômeno, durante o período 1975-2001 (Tabela 1).

Tabela 1: Número de ocorrências de eventos El Niño, La Niña e Neutros, observados a cada mês, durante o período 1975-2001.

Evento	Mês												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
El Niño	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	107
La Niña	7	7	7	6	6	6	4	4	6	6	6	6	71
Neutro	11	11	11	12	13	12	14	14	12	12	12	12	146

Determinaram-se os valores médios mensais de ET_o em função dos eventos El Niño, La Niña e Neutros ocorridos no período avaliado (1975-2001) para as três localidades, comparando-se os dados individualmente, através de gráficos.

Resultados e discussão

Nos 27 anos avaliados, verificaram-se 33% dos meses (107) com ocorrência de El Niño, 22% (71) com ocorrência de La Niña e 45% dos meses (146) sem ocorrência do fenômeno ENOS (anos neutros). Verifica-se, portanto, maior ocorrência de El Niño em relação a La Niña, observado em um mês a cada três em média. Eventos de El Niño ocorreram com a mesma frequência durante o ano, enquanto que La Niña ocorreu com maior frequência no verão e menor frequência no inverno. Anos neutros ocorreram com maior frequência nos meses de julho e agosto e menor frequência no verão (Tabela 1).

No período de janeiro a março, a ET_o foi maior em anos neutros, nas três localidades (figuras 1 a 3). Neste período, os valores de ET_o foram os mais baixos em eventos de La Niña, para Júlio de Castilhos e Cruz Alta (figuras 2 e 3). Uma das possíveis causas é que nesse período o sinal de La Niña não aparece na precipitação pluvial. Inclusive, no mês de março a precipitação pluvial, média do estado, em anos de La Niña é maior que em anos neutros e anos de El Niño (PUCHALSKI, 2000).

EFEITOS DO FENÔMENO ENOS SOBRE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

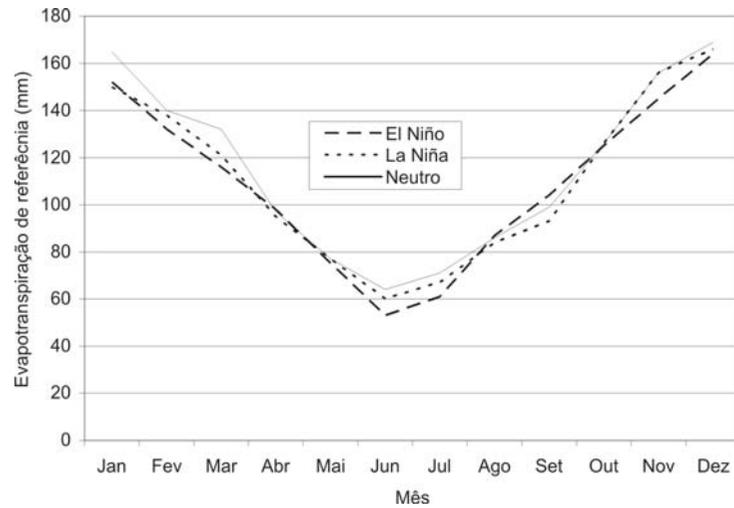


FIGURA 1: Evapotranspiração de referência em anos de El Niño, La Niña e neutros para a localidade de Passo Fundo, RS. Valores médios do período 1975-2001.

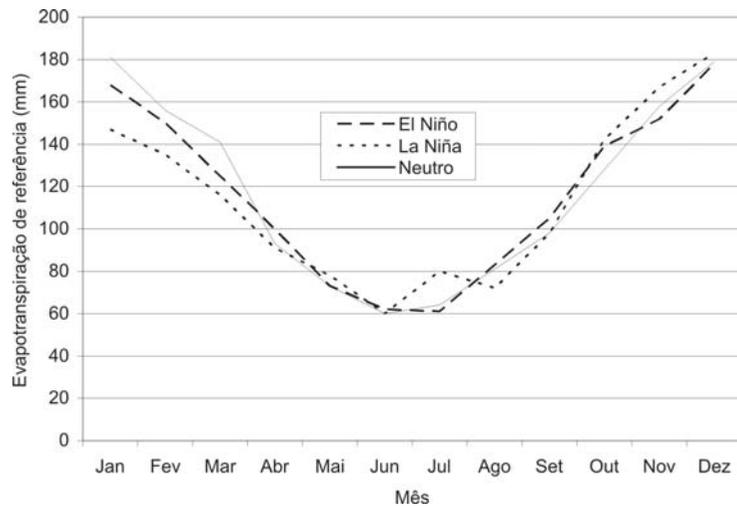


FIGURA 2: Evapotranspiração de referência em anos de El Niño, La Niña e neutros para a localidade de Júlio de Castilhos, RS. Valores médios do período 1975-2001.

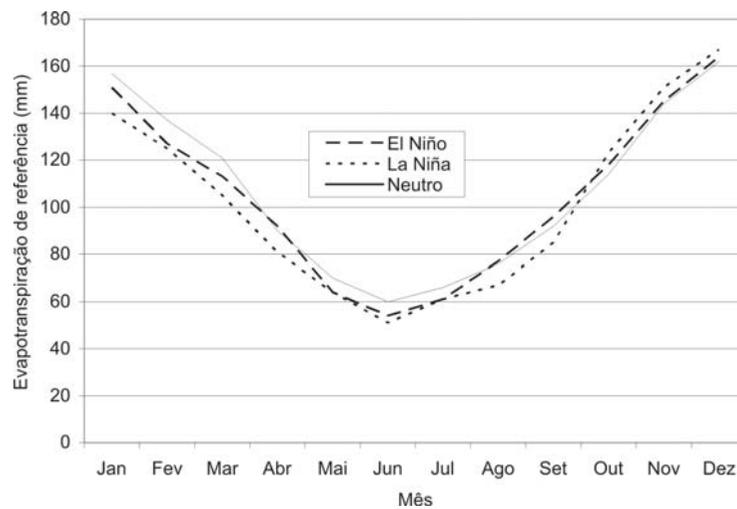


FIGURA 3: Evapotranspiração de referência em anos de El Niño, La Niña e neutros para a localidade de Cruz Alta, RS. Valores médios do período 1975-2001.

Em períodos de La Niña as precipitações pluviais são, em geral, menores e espera-se que ocorra um aumento na demanda evaporativa da atmosfera, em função do incremento da radiação solar global devido ao maior número de dias claros, refletindo no aumento da ETo. Esta resposta foi verificada nos meses de outubro, novembro e dezembro, para as três localidades avaliadas, onde os valores de ETo foram mais elevados nos eventos de La Niña. O trimestre outubro - dezembro é onde ocorre o maior impacto do fenômeno La Niña na precipitação pluvial e no número de dias com precipitação pluvial, conforme já demonstrado (FONTANA e BERLATO, 1997; FONTANA e ALMEIDA, 2002). Constatou-se que os valores de ETo para a localidade de Passo Fundo, neste período, também foram elevados em anos neutros.

Analisando a disponibilidade hídrica para a cultura da soja na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul em eventos de ENOS e neutros, Matzenauer et al. (2004) verificaram que, na maioria dos casos analisados, as deficiências hídricas médias no ciclo completo da soja foram maiores em anos neutros comparados com anos de La Niña. Como os períodos críticos da cultura da soja coincidem, na maioria das épocas de semeadura, com os meses de fevereiro e março, os resultados são coerentes com os obtidos neste trabalho, onde se verificou maior demanda evaporativa da

atmosfera neste período, em anos neutros, apresentando, conseqüentemente, maior deficiência hídrica.

Para o período de inverno, a ETo foi maior, geralmente, em anos neutros, quando comparado com os demais eventos, a exemplo do observado no período de verão. Esta resposta evidencia condições de maior demanda evaporativa em anos neutros também neste período.

Os valores mais elevados de ETo foram observados em Júlio de Castilhos, demonstrando ser, das localidades avaliadas, a de maior demanda evaporativa da atmosfera. Resultados de pesquisa onde foram avaliadas as condições de disponibilidade hídrica para as culturas de soja e milho na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, mostram valores de deficiência hídrica mais elevados para as duas culturas na localidade de Júlio de Castilhos, quando comparado com Passo Fundo e Cruz Alta (MATZENAUER et al., 2002).

Conclusões

Os resultados evidenciam condições de maior demanda evaporativa da atmosfera na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul em anos neutros, tanto no verão como no inverno. Júlio de Castilhos apresentou os valores mais elevados de evapotranspiração de referência.

Referências

- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R. **Agroclima da Estação Experimental Agronômica/UFRGS**. 1990. (s.n.t.).
- CARMONA, L. C. ; BERLATO, M. El Niño e La Niña e o Rendimento de Arroz Irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.147-152, 2002.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), Precipitação e Rendimento de Milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 39-46, 1996.
- FONTANA, D. C. ; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a Precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.127-132, 1997.
- FONTANA, D. C.; ALMEIDA, T. S. Climatologia do Número de Dias com Precipitação Pluvial no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.135-145, 2002.
- INPE-CPTEC. **Tabela de Anos com El Niño/La Niña**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/enos>. Acesso em: abr. 2003.
- LOPES, F.; BERLATO, M. A. Impactos do El Niño/La Niña nas Temperaturas Médias Mínimas e Médias Máximas no Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre:UFRGS, 2000.
- MATZENAUER, R.; ANJOS, C. S. Disponibilidade Hídrica para a Cultura da Soja em Anos de El Niño, La Niña e Neutros, nas Regiões Climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 315-322, 2004.
- MATZENAUER, R. et al. **Consumo de Água e Disponibilidade Hídrica para Milho e Soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 105 p. BOLETIM FEPAGRO, 10.
- MONTECINOS, A.; DIAZ, A.; ACEITUNO, P. Seasonal Diagnostics and Predictability of Rainfall in Subtropical South America Based on Tropical Pacific SST. **Journal of Climate**, Boston, v.13, p.746-758, 2000.
- PENMAN, H.L. Evaporation: and Introductory Survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 4, p. 9-29, 1956.
- PUCHALSKI, L. A. **Efeitos Associados ao El Niño e La Niña na Temperatura Média, Precipitação Pluvial e no Déficit Hídrico no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2000. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Agrometeorologia Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of Rainfall over Brazil, Annual Variation and Correlation with The Southern Oscillation. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v.2, p. 81-91, 1990.
- STUDZINSKY, C. D. **Um Estudo da Precipitação na Região Sul do Brasil e sua Relação com os Oceanos Pacífico e Atlântico Tropical Sul**. São José dos Campos, 1995. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, 1995.
- TRENBERTH, K.E. The Definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v. 78, n. 12, 1997.