

BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM ÁREA AGRÍCOLA SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO ESTABELECIDAS SOBRE CAMPO NATURAL¹

RODRIGO FAVRETO², RENATO BORGES DE MEDEIROS³

RESUMO - O conhecimento da ecologia de bancos de sementes do solo (BSS) contribui para a proposição de técnicas de manejo dos BSS de plantas espontâneas em lavouras estabelecidas sobre campo nativo. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de sistemas de cultivo, estabelecidos há três anos sobre campo nativo (Depressão Central do RS, 30°05'S, 51°40'O, altitude 46m e precipitação 1398mm), sobre o BSS. Num experimento com sete blocos, divididos em três parcelas (semeadura direta - SD, preparo reduzido - PR, e preparo convencional - PC), efetuaram-se duas avaliações (maio e outubro/2002) do BSS, em cada sistema. O BSS foi avaliado por meio de amostragem de solo, que foi posto a germinar em estufa, sendo as plântulas contadas e identificadas. Variáveis edáficas foram relacionadas com os dados de BSS. Os resultados indicam que diferentes sistemas de cultivo influenciam o BSS, e que determinadas espécies respondem diferentemente a estes efeitos. SD aumentou a riqueza do BSS, além de diminuir a quantidade de sementes de *Brachiaria plantaginea*, e aumentar *Sida rhombifolia*, sendo que para PR e PC ocorreu o inverso. A distribuição espacial do BSS, na área experimental, apresentou-se muito heterogênea. Variáveis edáficas, especialmente matéria orgânica, pH e fósforo, apresentaram associações com a variação da composição do BSS. Apesar das constatações, são necessários estudos de longo prazo para revelar a dinâmica dos BSS em cultivos na Depressão Central do RS.

Termos para indexação: ecologia de restauração, plantas daninhas, plantas espontâneas, ressemeadura natural, sementes enterradas.

SOIL SEED BANK IN CROPLAND UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS ESTABLISHED IN NATURAL GRASSLAND

ABSTRACT - Knowledge of the ecology of soil seed banks (SSB) contributes to improving integrated weed SSB management systems in croplands established in natural grassland areas. The aim of this study was to evaluate the effect of different cropping systems, established in a natural grassland field (Depressão Central of Rio Grande do Sul, 30°05'S, 51°40'O, altitude 46m, rainfall 1398mm), on the SSB. Three different tillage-crop rotation systems were imposed (no-tillage - NT, reduced tillage - RT, and conventional tillage - CT) in three plots arranged in seven blocks. Two SSB evaluations were carried out in each tillage system, one in May and the other in October/2002. The SSB was evaluated by sampling soil cores, which were germinated in a glasshouse, and seedlings were counted and identified. Edaphic variables were registered to relate with collected data. The results indicated that different tillage systems affected the SSB composition, and that certain species responded differently to these influences. The NT system resulted in higher BSS wealth, a lower number of *Brachiaria plantaginea* seeds, a higher number of *Sida rhombifolia* seeds, but inverse values were recorded for RT and CT systems. The spatial soil seed bank distribution presented high heterogeneity among cropping systems. Edaphic variables, specially organic matter, pH and phosphorous, showed associations with the variation in SSB composition.

¹ Submetido em 17/02/2005. Aceito para Publicação 18/11/2005. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Ecologia - UFRGS, com apoio do Programa Sul de Pesquisa e Pós-Graduação - PSPPG/CNPq e PRONEX;

² Eng. Agrônomo, MSc., FEPAGRO Litoral Norte, RS 484 Km 05, CEP:

95530-000, Maquiné, RS. rfavreto@fepagro.rs.gov.br;

³ Professor Adjunto, Dep. Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Fac. Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP: 91540-000, Porto Alegre - RS. medeiror@orion.ufrgs.br.

In spite of these findings, long-term studies are necessary to reveal the temporal dynamics of the soil seed bank on the cropping system conditions of the Central Lowland region in Rio Grande do Sul, Brazil.

Index terms: restoration ecology, weed, spontaneous plants, natural seeding, buried seeds.

INTRODUÇÃO

Os bancos de sementes do solo (BSS) desempenham papel fundamental na dinâmica das comunidades vegetais, pois eles asseguram, juntamente com estruturas vegetativas, a manutenção e o retorno das espécies em cada estação favorável (Harper, 1977). Os BSS foram definidos por Roberts (1981) como a reserva de sementes viáveis enterradas e na superfície do solo, referenciados como “memória” das comunidades vegetais no solo, pois representam combinações genéticas selecionadas durante um longo período de tempo (Fenner, 1995). Constituem-se em importante reserva de variabilidade genética das comunidades vegetais (McGraw, 1987) e influenciam a velocidade das mudanças genotípicas das populações de plantas.

Em áreas cultivadas, a persistência de plantas espontâneas (Favreto, 2004) se dá por propágulos vegetativos ou por sementes. Nesses locais, há uma grande dependência do retorno da vegetação espontânea a partir do BSS, pois a maioria das estruturas vegetativas é destruída pelas práticas de cultivo. Os BSS podem ser considerados, nestas situações, como a última instância de regeneração das comunidades vegetais, e a presença de sementes viáveis no solo determina a direção da sucessão (Roberts, 1981).

Nos BSS de solos cultivados, estão presentes sementes de plantas espontâneas “indesejáveis”, geralmente com efeito negativo de competição com os cultivos, e as “desejáveis”, representadas por espécies de interesse em sistemas de rotação com pastagens, adubação verde ou outros usos, além de remanescentes do ecossistema original. Considerando-se a corrente utilização de ecossistemas campestres para o estabelecimento de lavouras, a persistência de sementes pode ser fundamental para sistemas de manejo em que há rotação dessas lavouras com pastagem nativa, ou em situações que se deseja a restauração do campo natural a partir do BSS. Assim, os sistemas de manejo devem proporcionar redução da quantidade de sementes “indesejáveis”, e ao mesmo tempo devem preservar as “desejáveis”.

É reconhecido que diferentes práticas de manejo podem influenciar a composição dos BSS em áreas agrícolas (Buhler,

1995). Contudo, nas condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul, são poucos os estudos com BSS. A determinação do tamanho e da composição do BSS constitui-se num conhecimento essencial ao entendimento das estratégias regenerativas implicadas na dinâmica sucessional dos agroecossistemas (Medeiros, 2000). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo gerar conhecimentos que contribuam para uma melhor compreensão da função dos BSS de cultivos agrícolas estabelecidos em área de campo nativo, através da avaliação do tamanho e da composição do BSS em diferentes sistemas de manejo dos cultivos agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situada no município de Eldorado do Sul - RS, na região ecofisiográfica denominada Depressão Central, altitude média de 46m, 30°05'S e 51°40'O (Bergamaschi e Guadagnin, 1990). O solo pertence à Unidade de Mapeamento São Jerônimo - Argissolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 1999), de textura franco-argilosa, e originalmente possuía baixo teor de matéria orgânica e forte acidez natural (Mello et al., 1966). O clima da região é, segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961), subtropical úmido Cfa, com temperaturas médias entre 14°C (meses mais frios) e 24°C (meses mais quentes), temperaturas máximas e mínimas de 37,3°C e -0,9°C respectivamente (SARS, 1979), podendo ocorrer geadas de abril a outubro. A precipitação pluvial média anual é de 1398mm, sendo as estiagens mais freqüentes entre novembro e março (SARS, 1979).

A vegetação natural na região consiste de campos limpos e secos, com matas ripárias junto aos cursos d'água e locais baixos (Moreno, 1961). A composição florística dominante é constituída principalmente das famílias Apiaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Poaceae e Rubiaceae. Entre as espécies mais abundantes em locais próximos à área experimental (Escosteguy, 1990; Boldrini, 1993; Focht, 2001), destacam-se *Andropogon lateralis* Nees, *Aristida filifolia* (Aech.) Herter, *Baccharis trimera* (Less.) DC., *Desmodium incanum* (Sw.)

DC., *Eryngium horridum* Malme, *Oxalis* sp., *Paspalum notatum* Fl., *Paspalum plicatulum* Michx., *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi entre outras.

O experimento constituiu-se de sete blocos, cada um dividido em três parcelas, e cada uma delas com um tipo de preparo de solo (tratamento): 1) semeadura direta (SD) - implantação dos cultivos através da dessecação da vegetação, com a posterior semeadura da cultura sem revolvimento do solo; 2) preparo reduzido (PR) - uma escarificação do solo antes da semeadura; 3) preparo convencional (PC): uma aração, até 20cm de profundidade, e duas gradagens até 12cm de profundidade antes da semeadura da espécie cultivada.

A área experimental é coordenada pelo Departamento de Solos da UFRGS, sendo que o manejo de três blocos está descrito na Tabela 1. O primeiro cultivo foi estabelecido na primavera de 1999, sendo que anteriormente havia campo nativo no local das parcelas. Ocorreram três cultivos de verão e dois de inverno antes do primeiro levantamento do presente estudo, em maio de 2002. Em outros três blocos, ocorreu rotação das mesmas culturas de verão, seguidas de cultivos para adubação verde e cobertura de solo (ervilhaca – *Vicia sativa* L. e aveia-preta – *Avena strigosa* Schreb.). Em um bloco também ocorreu rotação de cultivos de verão, mas durante o inverno permaneceu em pousio. Os herbicidas foram aplicados seguindo recomendações oficiais para manter a vegetação espontânea abaixo do nível de dano econômico (Tabela 1).

A composição e o tamanho do BSS foram estimados através de uma amostra de solo composta por 48 subamostras por parcela, até a profundidade de 20cm, com amostrador de diâmetro de 5cm (Roberts e Neilson, 1982). Essas coletas foram efetuadas em duas ocasiões no ano de 2002: maio e outubro, quando a maioria das espécies finalizava seu estágio reprodutivo no outono e na primavera, respectivamente. A coleta era realizada logo após a colheita da cultura, mas antes

da implantação do cultivo seguinte. A distribuição dos pontos para amostragem nas parcelas foi em configuração em “W” (Mulugeta e Stoltenberg, 1997; Medeiros e Steiner, 2002).

As amostras compostas foram secas a 30°C, fragmentadas e homogeneizadas. A partir daí obtiveram-se amostras de trabalho (1/8 do peso das amostras), que foram postas a germinar em bandejas de 12x20cm, formando camadas de 3cm de profundidade, misturadas com 50% de vermiculita, e irrigadas quando necessário. A contagem das plântulas germinadas era realizada quando estas apresentavam estrutura vegetal que permitisse a identificação, sendo identificadas e removidas após o seu registro. As espécies não identificadas eram transplantadas para vasos e cultivadas até posterior identificação, que ocorreu até janeiro de 2004.

A fim de remover possível dormência de sementes, após a retirada das plântulas, a irrigação era interrompida até que o solo estivesse seco, para ser revolvido nas bandejas. Depois de alguns dias, a irrigação reiniciava, constituindo um novo ciclo de germinação (Medeiros e Steiner, 2002). Quatro ciclos de germinação foram realizados para exaurir o BSS, sendo que os ciclos da coleta de maio se estenderam de agosto a dezembro de 2002, e os da coleta de outubro ocorreram de janeiro a setembro de 2003. Assim, quantificou-se a fração viável do BSS, com capacidade de estabelecer plântulas. Para melhor interpretação, as quantidades de sementes germinadas foram extrapoladas para a unidade de sementes por metro quadrado na área experimental.

Variáveis ambientais (características edáficas e produtividade do milho) foram utilizadas para identificar associações dessas variáveis com o BSS e com os tratamentos impostos às parcelas. As variáveis ambientais utilizadas foram: produtividade do milho em maio/2002 (Prod); pH de 0 a 5cm de profundidade do solo (pH0-5); pH de 5 a 10cm (pH5-10); pH de 10-15cm (pH10-15); percentagem de matéria orgânica de 0 a 5cm de profundidade do solo (MO0-5); matéria orgânica

TABELA 1. Seqüência temporal de cultivos e uso dos herbicidas na área experimental.

Estação/Ano	Cultivo	Herbicidas (ingrediente ativo) e dose (g.ha)**
Primavera/99	Milho	glyphosate* (1600), atrazina (1850) e S-metolacloro (1450)
Outono/00	Aveia-branca	glyphosate* (720)
Primavera/00	Soja	glyphosate* (1600), imazetapir (106) e cletodim (96)
Outono/01	Trigo	glyphosate* (720)
Primavera/01	Milho	glyphosate* (1600), atrazina (1850) e S-metolacloro (1450)
Outono/02	Aveia-branca	glyphosate** (720)
Primavera/02	Soja	glyphosate* (1600), imazetapir (106) e cletodim (96)

*Somente anterior à semeadura, nas parcelas SD. **Em dois blocos não houve aplicação de herbicidas, sendo o controle da vegetação espontânea feito com capina.

de 5 a 10cm (MO5-10); matéria orgânica de 10-15cm (MO10-15); fósforo disponível em ppm de 0-5cm (P 0-5); fósforo de 5-10cm (P 5-10); e fósforo de 10-15cm (P 10-15).

Para tratamento estatístico dos dados, foram utilizadas técnicas de análise univariada e multivariada, através dos aplicativos computacionais MULTIV 2.3.3 (Pillar, 2004a), e SYNCSA 2.2.3 (Pillar, 2004b). Primeiramente, obtiveram-se distâncias euclidianas (índices de similaridade) entre as unidades amostrais (parcelas no presente estudo), além de uma síntese das informações obtidas através de estatística descritiva. Para testar se os tratamentos diferiam entre si, foi realizada análise de variância por meio de testes de aleatorização (Pillar e Orlóci, 1996). Posteriormente, utilizando conjuntamente os dados dos dois levantamentos, procedeu-se à busca exploratória de tendências de variação, através de análise de ordenação, pelo método de coordenadas principais (PCOA) (Pielou, 1984), podendo simplificar o conjunto de dados para melhor visualização em um diagrama de dispersão (Valentin, 1995). Também foi calculada a congruência (similaridade) entre BSS e vegetação da área experimental (Favreto et al., 2005), e verificada a sua significância. Finalmente, foram elaborados perfis de congruência entre BSS e variáveis ambientais. Este procedimento é efetuado iniciando-se com a variável de maior correlação com a matriz do BSS, e agregam-se cumulativamente outras variáveis passo a passo, identificando o conjunto de variáveis que apresenta a maior correlação com o BSS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se no solo a presença de sementes de 92 espécies de 24 famílias botânicas, sendo 54 espécies em maio e 76 em outubro, representadas, em sua maioria, por espécies anuais (Tabela 2). *B. plantaginea* apresentou a maior quantidade de sementes, representando 45,5% do BSS em maio e 38,1%, em outubro. Ocorreram diferenças significativas no BSS quanto ao número de espécies (Figura 1), porém somente em maio e não de forma pronunciada como o ocorrido com a vegetação na mesma área experimental, conforme apresentado e discutido por Favreto et al. (2005).

Quanto ao número total de sementes, considerando todas espécies, apesar do sistema SD apresentar menores valores, as diferenças entre tratamentos não foram significativas (Figura 2). Os resultados da Tabela 3 demonstraram a amplitude das quantidades de sementes e de espécies no BSS. Em algumas parcelas verificou-se quantidades expressivas

de sementes no solo (80 mil sementes.m⁻²), enquanto em outras parcelas estas quantidades caíram para valores entre três a quatro vezes menos (20 mil).

Quanto à composição de espécies do BSS, SD diferiu significativamente de PR e PC, considerando-se a análise conjunta dos dados de maio e de outubro, sendo que o mesmo não se observou entre PR e PC. Considerando somente os dados de maio, os tratamentos não diferem (P=0,1639) e, não sendo ortogonais os contrastes da Tabela 4, afirma-se que não há diferença de composição de espécies no BSS. Em outubro, no entanto, SD diferiu de PC.

A análise de ordenação revelou tendências de variação na composição do BSS. A Figura 3 mostra uma tendência das parcelas de SD ficarem mais à esquerda, caracterizadas pela presença de *Sida rhombifolia*, com correlação negativa (-0,68) com o eixo I (51,1% da variabilidade dos dados). No outro extremo, à direita, estão as parcelas de PR e PC, com expressiva quantidade de sementes de *B. plantaginea* (+0,99). Na porção inferior do diagrama, aparecem algumas espécies com alta correlação negativa com o eixo II (30% da variabilidade dos dados), como *Mecardonia tenella*, *Cerastium humifusum*, *Soliva pterosperma*, *Sonchus oleraceus*, *Solanum americanum*, *Richardia brasiliensis*, *Sisyrinchium* sp. e *Brassica* sp., cuja ocorrência concentra-se predominantemente em algumas parcelas de PR e PC.

A congruência entre BSS e vegetação indica o grau de ocorrência simultânea das espécies na vegetação (Favreto et al., 2005) e no BSS. Maior valor significativo de congruência entre vegetação e BSS foi detectado no levantamento de maio (0,67; P=0,001) em relação ao de outubro (0,35; P=0,018).

A congruência ou correlação matricial entre a matriz de similaridade das variáveis ambientais (Favreto et al., 2005) e as matrizes do BSS indica quais as variáveis que estão relacionadas com a composição de espécies. Considerando a totalidade das variáveis ambientais, não houve significância dos valores, sendo 0,21 (P=0,134) em maio e 0,18 (P=0,121) em outubro (Figuras 4 e 5). Algumas variáveis tomadas isoladamente apresentaram altos valores de similaridade com o BSS, sendo que em alguns casos houve um conjunto ótimo de variáveis com maior valor de congruência com o BSS. Assim, em maio (Figura 4), a MO de 0-5cm foi a variável de solo com maior congruência (0,48; P=0,03), sendo que em outubro (Figura 5) a maior congruência (0,38; P=0,012) foi obtida com o conjunto das variáveis MO, pH e P de 0-5cm e produtividade.

A partir dos resultados obtidos, verificou-se a dominância de poucas espécies no BSS, sendo o restante formado por

TABELA 2. Quantidade média de sementes por metro quadrado (sem.m⁻²) na área experimental e percentagem de participação da espécie no banco de sementes do solo (%BSS) em cada avaliação de 2002. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul/RS.

Espécie	maio		outubro	
	sem.m ⁻²	%BSS	sem.m ⁻²	%BSS
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) A.S.Hitche.	15755	45,47	17847	38,068
<i>Gamochoaeta americana</i> (Mill.) Weddell	3876	11,19	3383	7,216
<i>Soliva pterosperma</i> (Juss.) Less.	2084	6,01	2001	4,268
<i>Sisyrinchium</i> sp.	1954	5,64	1758	3,750
<i>Mecardonia tenella</i> (Cham. Et Schlecht.) Pennell	1825	5,27	4042	8,621
<i>Cerastium humifusum</i> Cambess.	1599	4,61	4630	9,876
<i>Gamochoaeta spicata</i> (Lam.) Cabr.	1152	3,32	633	1,349
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	804	2,32	829	1,767
<i>Digitaria violascens</i> Link	697	2,01	285	0,608
<i>Sida rhombifolia</i> L.	610	1,76	697	1,487
<i>Bowlesia incana</i> Ruiz. & Pav.	594	1,71	115	0,246
<i>Carex albolutescens</i> Schwein	432	1,25	-	-
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel.	412	1,19	467	0,996
<i>Hydrocotyle exigua</i> (Urb.) Malme	380	1,10	574	1,224
<i>Solanum americanum</i> Mill.	370	1,07	1103	2,354
<i>Juncus</i> sp.	342	0,99	67	0,142
<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	214	0,62	133	0,285
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	192	0,55	71	0,151
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	180	0,52	6	0,013
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	152	0,44	392	0,836
Indeterminada 1	141	0,41	-	-
<i>Dichondra sericea</i> Swartz	121	0,35	307	0,655
<i>Mollugo verticillata</i> L.	99	0,29	30	0,065
<i>Eleusine tristachya</i> (Lam.) Lamarck	97	0,28	-	-
<i>Chevreulia sarmentosa</i> (Pers.) Blake	87	0,25	2	0,004
<i>Richardia brasiliensis</i> Gómez	87	0,25	358	0,763
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	85	0,24	67	0,142
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Brown	71	0,20	61	0,129
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	44	0,13	32	0,069
<i>Oxalis</i> sp. L.	36	0,10	55	0,116
<i>Panicum hians</i> Elliot	18	0,05	-	-
<i>Carex sellowiana</i> Schlecht.	16	0,05	-	-
<i>Portulaca oleracea</i> L.	14	0,04	8	0,017
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	14	0,04	75	0,159
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F.Muell.	10	0,03	69	0,147
<i>Brassica</i> sp.	10	0,03	574	1,224
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	10	0,03	198	0,422
<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.	10	0,03	-	-
Indeterminada 3	8	0,02	-	-
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	6	0,02	-	-
<i>Eragrostis neesi</i> Trin.	6	0,02	34	0,073
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	6	0,02	176	0,375
Indeterminada 2	4	0,01	-	-
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Sprengel) Parodi	4	0,01	16	0,034
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	4	0,01	2	0,004

Continua...

... CONTINUAÇÃO

Espécie	maio		outubro	
	sem.m ⁻²	%BSS	sem.m ⁻²	%BSS
<i>Axonopus affinis</i> A.Chase	2	0,01	26	0,056
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Stand.	2	0,01	-	-
<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	2	0,01	4	0,009
<i>Eryngium horridum</i> Malme	2	0,01	-	-
Indeterminada 4	2	0,01	-	-
Indeterminada 5	2	0,01	-	-
Indeterminada 6	2	0,01	-	-
<i>Ipomoea</i> sp. L.	2	0,01	-	-
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	2	0,01	-	-
<i>Triodanis biflora</i> (Ruiz & Pav.) Greene	-	-	1954	4,168
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	-	-	843	1,798
<i>Gamochoeta</i> sp.	-	-	661	1,410
Indeterminada 11	-	-	368	0,785
<i>Avena strigosa</i> Schreber	-	-	311	0,664
<i>Cyperus flavus</i> (Vahl) Ness	-	-	297	0,634
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	-	-	218	0,466
<i>Scutellaria racemosa</i> Pers.	-	-	150	0,319
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	-	-	137	0,293
Indeterminada 7	-	-	129	0,276
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	-	-	89	0,190
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaert.	-	-	71	0,151
Indeterminada 8	-	-	49	0,103
Indeterminada 12	-	-	46	0,099
<i>Verbena bonariensis</i> L.	-	-	44	0,095
<i>Briza poaeomorpha</i> (Pers.) Baker	-	-	42	0,091
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	-	-	42	0,091
<i>Panicum sabulorum</i> Lam.	-	-	40	0,086
<i>Parietaria debilis</i> Forst. f.	-	-	36	0,078
Dicotiledônea 1	-	-	30	0,065
<i>Bidens pilosa</i> L.	-	-	28	0,060
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	-	-	24	0,052
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	-	-	22	0,047
<i>Setaria vaginata</i> Sprengel	-	-	20	0,043
<i>Evolvulus sericeus</i> Sw	-	-	18	0,039
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	-	-	16	0,034
<i>Bulbostylis</i> sp.	-	-	10	0,022
Poaceae 1	-	-	10	0,022
Indeterminada 9	-	-	8	0,017
<i>Paspalum plicatum</i> Michx.	-	-	8	0,017
<i>Urtica circularis</i> (Hicken) Sorarú	-	-	8	0,017
<i>Trifolium vesiculosum</i> Savi	-	-	6	0,013
Poaceae 2	-	-	4	0,009
<i>Solanum viarum</i> Dunal	-	-	4	0,009
<i>Chaptalia sinuata</i> (Less.) Baker	-	-	2	0,004
Indeterminada 10	-	-	2	0,004
<i>Senecio selloi</i> (Sprengel) DC.	-	-	2	0,004
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	-	-	2	0,004

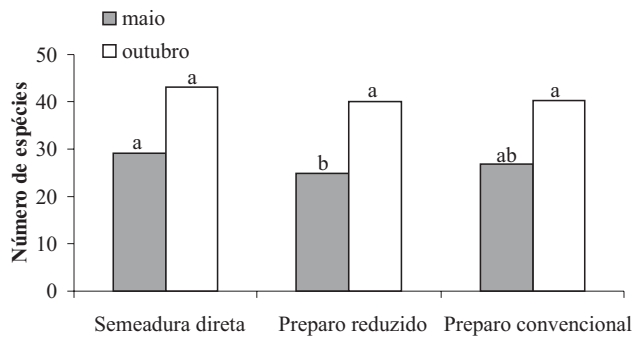


FIGURA 1. Número médio de espécies no BSS por parcela, em cada tratamento, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS, 2002. Letras diferentes indicam diferença significativa (teste de aleatorização, $P < 0,05$) entre sistemas de cultivo em cada data de avaliação.

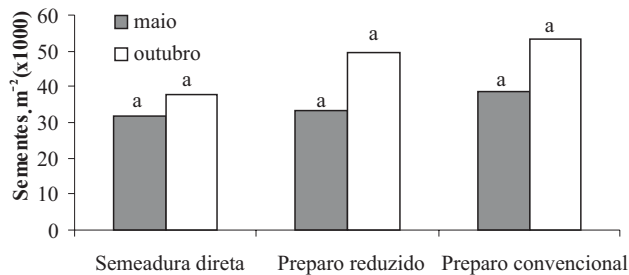


FIGURA 2. Quantidade potencial média de sementes.m⁻², em cada tratamento, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS, 2002. Letras iguais indicam que não há diferença significativa (teste de aleatorização, $P < 0,05$) entre sistemas de cultivo em cada data de avaliação.

diversas espécies, muitas delas remanescentes do campo nativo, mas com pequena quantidade de sementes. Este fato já foi observado em outros ambientes (Barralis et al., 1988; Medeiros e Steiner, 2002; Maia et al., 2003) e revisado por

diversos autores (Roberts, 1981; Martins e Silva, 1994; Medeiros, 2000). *Brachiaria plantaginea* foi a espécie com maior quantidade de sementes, o que provavelmente se deve à sua dominância na vegetação da área experimental (Favreto et al., 2005) e a grande capacidade de produzir sementes (Voll et al., 2001).

Outras espécies, como *Gamochoeta* sp., *Cerastium humifusum*, *Soliva pterosperma*, etc., também apresentaram expressivo BSS. Este resultado indica que tais parcelas apresentavam certas “manchas” de vegetação que produziram grande quantidade de sementes, conforme foi detectado. Entretanto, a análise dos dados da vegetação não indicou presença considerável de algumas dessas espécies (Favreto et al., 2005). A ocorrência simultânea de um elevado BSS e uma baixa abundância na vegetação pode ser atribuída à existência de um BSS acumulado anteriormente às avaliações da vegetação, possivelmente em função destas espécies apresentarem sementes pequenas e longevas, alto potencial de produção de sementes e ciclo de vida bastante curto. A maioria delas não é referenciada na literatura como “indesejável”, pois geralmente apresentam baixa habilidade competitiva em relação aos cultivos, e utilizam recursos não explorados pelas plantas cultivadas (Dekker, 1997). Tais espécies permanecem pois provavelmente vegetam em períodos em que não é adotada nenhuma forma de controle sobre estas plantas ou em caso de escape de práticas de controle. Além do fato de haver a conservação de espécies em meio cultivado, no caso de espécies endêmicas, a cobertura do solo por plantas que germinam desse BSS torna-se um aspecto fundamental para a sustentabilidade de agroecossistemas e para a restauração de ecossistemas naturais.

A não diferenciação entre tratamentos quanto ao número

TABELA 3. Números máximo e mínimo de espécies e sementes.m⁻² por parcela encontradas no BSS de cada sistema de cultivo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS, 2002.

	Época de amostragem		Época de amostragem	
	maio	outubro	maio	outubro
	----- Máximo -----		----- Mínimo -----	
	Número de espécies			
Semeadura direta	37	54	24	37
Preparo reduzido	30	42	18	38
Preparo convencional	31	48	23	33
	Sementes/m ²			
Semeadura direta	52414	63151	21050	19607
Preparo reduzido	45750	80890	23809	29156
Preparo convencional	68244	84498	24827	34504

de sementes pode ser atribuída à tendência de acúmulo de sementes, gerando certa estabilidade em sua dinâmica, ao longo do tempo. No caso das diferenças em número de espécies no BSS, entre tratamentos, estas foram detectadas somente em maio, provavelmente devido a um maior efeito dos sistemas de cultivo na estação estival. Os resultados são semelhantes aos relatados anteriormente em outros países (Cardina et al., 1991; Feldman et al., 1997): bancos de sementes do solo geralmente apresentam maior riqueza em sistemas de cultivo com menor revolvimento de solo (Buhler, 1995).

A pouca evidência de diferenças entre sistemas de preparo de solo quanto ao tamanho do BSS pode ser atribuída a diversos fatores: a) a área encontra-se apenas no terceiro ano de cultivo, não havendo tempo suficiente para revelar diferenças entre sistemas; b) sementes remanescentes do campo nativo poderiam estar presentes igualmente em todas as parcelas, atenuando possíveis diferenças no tamanho do BSS ou impedindo que as análises revelassem tais diferenças; c) ocorrência de imigração de sementes de áreas adjacentes; d) diferenças na distribuição das sementes entre parcelas, em consequência da história da vegetação, introduzindo erro experimental; e) e limitações do processo de coleta de solo,

que não capta toda a variabilidade existente em termos de quantidade e composição das espécies presentes.

A grande heterogeneidade espacial dos BSS em experimentos é uma das maiores fontes de variabilidade nos dados obtidos (Cardina et al., 1991). Os resultados também são influenciados pela estação do ano para amostragem e pelos métodos utilizados para coleta e germinação do BSS (Thompson e Grime, 1979). Algumas sementes podem não ter germinado, gerando estimativas inferiores do BSS, mas inerentes aos métodos de avaliação de BSS.

TABELA 4. Valores de probabilidade gerados após 10000 iterações por teste de aleatorização, para cada contraste entre sistemas de cultivo, referente à composição de espécies do BSS, nas amostragens de maio e junho, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS, 2002.

Contrastes	Época de amostragem	
	maio	outubro
	----- Valores de probabilidade (P) -----	
SD – PR	0,0495	0,1868
SD – PC	0,2323	0,0485
PR – PC	0,7771	0,3497

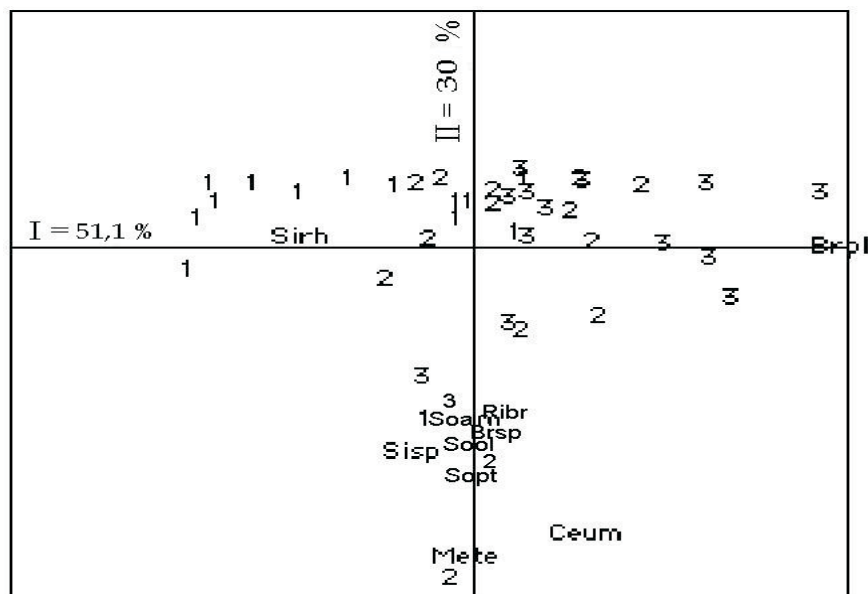


FIGURA 3. Diagrama de dispersão das 21 parcelas e das espécies (correlação com eixos > 0,5), obtido por análise de ordenação (PCOA), a partir de distância euclidiana. Dados agrupados de maio e outubro (42 pontos no diagrama), somente as com as 38 espécies comuns para ambas as datas. Legenda: 1: parcelas de semeadura direta; 2: preparo reduzido; 3: preparo convencional; Brpl: *Brachiaria plantaginea*; Brsp: *Brassica* sp.; Ceum: *Cerastium humifusum*; Mete: *Mecardonia tenella*; Ribr: *Richardia brasiliensis*; Sirh: *Sida rhombifolia*; Sisp: *Sisyrinchium* sp.; Soam: *Solanum americanum*; Sool: *Sonchus oleraceus*; Sopt: *Soliva pterosperma*.

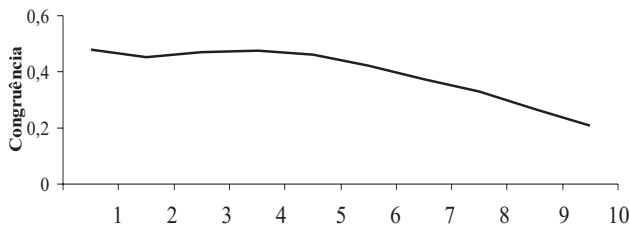


FIGURA 4. Perfil de congruência máxima entre a variação do BSS em maio/2002 e as variáveis ambientais. No eixo horizontal, encontram-se as 10 variáveis cumulativas da esquerda para a direita: 1-(MO0-5), 2-(pH0-5), 3-(P0-5), 4-(Prod), 5-(MO 10-15), 6-(MO 5-10), 7-(pH5-10), 8-(P5-10), 9-(pH10-15), 10-(P10-15).

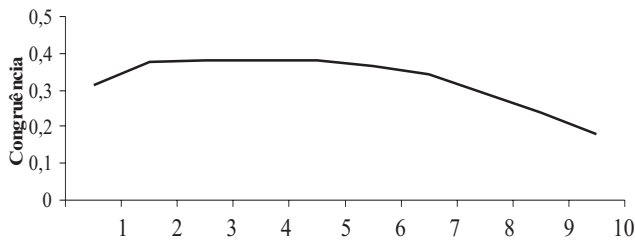


FIGURA 5. Perfil de congruência máxima entre a variação do BSS em outubro/2002 e as variáveis ambientais. No eixo horizontal, encontram-se as 10 variáveis cumulativas da esquerda para a direita: 1-(MO0-5), 2-(pH0-5), 3-(P0-5), 4-(Prod), 5-(MO 10-15), 6-(MO 5-10), 7-(pH5-10), 8-(P5-10), 9-(pH10-15), 10-(P10-15).

Diferenças de manejo proporcionam modificações no BSS (Buhler, 1995; Voll et al., 2001; Medeiros e Steiner, 2002), como observado na composição de espécies do presente estudo. Entretanto, variações anuais, sazonais e espaciais podem ser mais determinantes do que o manejo, e generalizações devem ser feitas com precaução (Thompson e Grime, 1979; Derksen et al., 1993).

A maior congruência (0,67) entre BSS e vegetação em maio pode ser explicada pela alta percentagem de *B. plantaginea* no BSS em ambas datas de avaliação, mas na vegetação esta espécie somente ocorreu em maio (Favreto et al., 2005), pois é de ciclo de vida estival. Assim, pode-se afirmar que os resultados podem ser influenciados pela época de amostragem, pois as comunidades vegetais em áreas agrícolas são dinâmicas devido à alta intensidade de distúrbio.

Ambientes sujeitos a distúrbios freqüentes têm maior correspondência entre vegetação e BSS (Harper, 1977), como o ambiente cultivado do presente estudo. Os valores de similaridade encontrados no presente caso (0,67 em maio e

0,35 em outubro) são considerados intermediários, em comparação aos encontrados em alguns ambientes com alta freqüência de distúrbio, como 0,54 (Boccanelli e Lewis, 1994) e 0,81 (Levassor et al., 1990). Ao mesmo tempo, podem ser considerados altos, em relação a ecossistemas campestres com menor distúrbio, como 0,25 (Hutchings e Booth, 1996) e 0,37 (Maia, 2002).

As variáveis correlacionadas com o BSS (MO 0-5, pH 0-5, P 0-5 e produtividade) demonstram que existe uma associação nítida entre a modificação dessas variáveis e a variação da composição do BSS. Esse fato é explicado pela associação existente entre algumas espécies e os sistemas de cultivo estudados (Figura 3), que também estão associados com diferentes níveis de matéria orgânica, pH e fósforo de 0-5cm do solo, além de produtividade (Favreto et al., 2005).

A semeadura direta, na área experimental, apresentou maiores níveis de matéria orgânica, pH e fósforo na superfície do solo, com menor produtividade (Favreto et al., 2005), e esteve associada à *S. rhombifolia*. No caso dos sistemas com revolvimento (PR e PC), o inverso foi verificado quanto às variáveis ambientais (Favreto et al., 2005), e apresentaram a predominância de *B. plantaginea*. Desse modo, os sistemas de cultivo influenciaram tanto o BSS quanto as variáveis edáficas, mas não foi possível verificar o efeito direto dessas variáveis sobre o BSS.

É importante ressaltar que o pH do solo afeta a eficiência de herbicidas aplicados ao solo (Hartley, 1976). Esta diferença de pH, na superfície do solo, entre sistemas de cultivo também poderia determinar diferenças na ação desses compostos sobre sementes ou plantas, o que conseqüentemente poderia influenciar a composição do BSS.

Investigações em diferentes países da Europa têm mostrado que BSS de plantas espontâneas em cultivos variam entre regiões com diferentes condições edáficas (Albrecht e Auerswald, 2003). Nesse mesmo estudo, foram verificadas associações significativas entre tamanho e composição de BSS com pH do solo, além de outras variáveis de solo. Entretanto, em estudos realizados por Albrecht e Pilgram (1997), a mesma associação com pH não foi observada.

CONCLUSÕES

Os sistemas de cultivo, caracterizados por regimes de revolvimento do solo e sua associação com herbicidas, alteram a riqueza e a composição dos bancos de sementes do solo em áreas agrícolas.

Sistemas de cultivo de lavouras anuais com menor distúrbio de solo, como a semeadura direta, em relação a

sistemas com maior distúrbio, podem aumentar a riqueza de espécies no BSS, além de reduzir a quantidade de sementes de *Brachiaria plantaginea*.

Áreas agrícolas apresentam grande heterogeneidade espacial do BSS, representada por diversas espécies, predominantemente anuais de ciclo curto.

Bancos de sementes do solo em áreas agrícolas podem apresentar alta similaridade com a vegetação, considerando-se a composição de espécies, e a detecção desta similaridade é influenciada pela estação de amostragem.

As variações da composição do banco de sementes do solo estão diretamente associadas às variações das variáveis edáficas, e estas guardam relação de dependência com os sistemas de cultivo empregados.

Ressalta-se que a área de estudo está em cultivo há apenas três anos, e que foram feitas apenas duas avaliações do BSS. Há, portanto, a necessidade de estudos de longo prazo para avaliar a dinâmica do banco de sementes do solo e suas interações com as condições ambientais no nível da comunidade vegetal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao professor Renato Levien, por disponibilizar a área de estudo e contribuir com informações; e à Professora Ilsi Boldrini, pela colaboração na identificação de espécies.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, H.; AUERSWALD, K. Arable weed seedbanks and their relation to soil properties. **Aspects of Applied Biology**, v.69, n.1, p.11-20, 2003.
- ALBRECHT, H.; PILGRAM, M. The weed seed bank of soils in a landscape segment in southern Bavaria. II. Relation to environment variables and to the surface vegetation. **Plant Ecology**, Dordrecht, v.131, n.1, p.31-43, 1997.
- BARRALIS, G.; CHADOUEF, R.; LOCHAMP, J.P. Longeté des semences des mauvaises herbes annuelles dans un sol cultivé. **Weed Research**, Oxford, v.28, n.6, p.407-418, 1988.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, H. R. **Agroclima da Estação Experimental Agrônômica/UFRGS**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1990. 41p.
- BOCCANELLI, S.I.; LEWIS, J.P. The seed bank of old pampean prairie and its relation with the standing vegetation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.1833-1840, 1994.
- BOLDRINI, I. I. **Dinâmica da vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos**. 1993. 262f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.
- BUHLER, D.D. Influences of tillage systems on weed population dynamics and management in corn soybean in the Central USA. **Crop Science**, Madison, v.35, n.5, p.1247-1258, 1995.
- CARDINA, J.; REGNIER, E.; HARRISON, K. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. **Weed Science**, Lawrence, v.39, p.186-194, 1991.
- DEKKER, J. Weed diversity and weed management. **Weed Science**, Lawrence, v.45, n.3, p.357-363, 1997.
- DERKSEN, D. A.; LAFOND, G. P.; THOMAS, A. G.; LOEPPKY, H. A.; SWANTON, C. J. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. **Weed Science**, Lawrence, v.41, n.3, p.409-417, 1993.
- EMBRAPA. **Classificação dos Solos Brasileiros**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.
- ESCOSTEGUY, C.M.D. **Avaliação agrônômica de uma pastagem natural sob níveis de pressão de pastejo**. 1990. 231f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- FAVRETO, R. **Vegetação espontânea e banco de sementes do solo em área agrícola estabelecida sobre campo natural**. 2004. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- FAVRETO, R.; MEDEIROS, R.B.; PILLAR, V.D.P.; LEVIEN, R. Vegetação espontânea em lavoura sob diferentes manejos estabelecida sobre campo natural. **Iheringia - Série Botânica**, Porto Alegre, 2005. (submetido)
- FELDMAN, S. R.; ALZUGARAY, C.; TORRES, P. S.; LEWIS, P. The effect of different tillage systems on the composition of the seedbank. **Weed Research**, Oxford, v.37, n.2, p.71-76, 1997.
- FENNER, M. Ecology of seed banks. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.507-528.
- FOCHT, T. **Padrões espaciais em comunidades vegetais de um campo pastejado e suas relações com fatores de ambiente**. 2001. 157f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. New York: Academic Press, 1977. 892 p.
- HARTLEY, G. S. Physical behaviour in the soil. p. 1-28. In: AUDUS, L. J. (Ed.) **Herbicides: physiology, biochemistry, ecology**. 2 ed. v.2. New York: Academic Press, 1976. 564p. il.
- HUTCHINGS, M.J.; BOOTH, K.D. Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. I. The potential roles of the seed bank and the seed rain. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 33, p. 1171-1181, 1996.
- LEVASSOR, C.; ORTEGA, M.; PECO, B. Seed bank dynamics of Mediterranean pastures subjected to mechanical disturbance. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.1, p.339-344, 1990.

- MAIA, F. C. **Padrões de variação do banco de sementes do solo em função de fatores edáficos e da vegetação de um campo natural**. 2002. 186f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- MAIA, F.C.; MEDEIROS, R.B.; PILLAR, V.D.P.; CHOLLET, D.M.S.; OLMEDO, M.O.M. Composição, riqueza e padrão de variação do banco de sementes do solo em função da vegetação de um ecossistema de pastagem natural. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.58, n.1, p.61-80, 2003.
- MARTINS, C.C.; SILVA, W.R. Estudos de bancos de sementes do solo. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.4, n.1, p.49-56, 1994.
- MCGROW, J. B. Seed bank properties of an Appalachian Sphagnum bog and the model of the depth distribution of viable seeds. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 65, p. 2028-2035, 1987.
- MEDEIROS, R.B. Bancos de sementes no solo e dinâmica vegetacional. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 18., 2000, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 2000. p.62-87.
- MEDEIROS, R.B.; STEINER, J. J. Influência de sistemas de rotação de sementes de gramíneas forrageiras temperadas na composição do banco de sementes invasoras no solo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.118-128, 2002.
- MELLO, O.; LEMOS, R.C.; ABRÃO, P.U.R.; AZOLIN, M.A.D.; SANTOS, M.C.L.; CARVALHO, A. P. Levantamento em série do Centro Agronômico. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v.8, n.1, p.7-155, 1966.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 41p.
- MULUGETA, D.; STOLTENBERG, D.E. Weed and seedbank management with integrated methods as influenced by tillage. **Weed Science**, Lawrence, v.45, n.5, p.706-715, 1997.
- PIELOU, E.C. **The interpretation of ecological data; a primer on classification and ordination**. New York: J. Wiley-Interscience, 1984. 263 p.
- PILLAR, V.D.P. **MULTIV**: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses - versão 2.3.3, Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Ecologia, 2004a
- PILLAR, V.D.P. **SYNCSA: software integrado para análise multivariada de comunidades baseada em caracteres, dados de ambiente, avaliação e testes de hipóteses – versão 2.2.3**. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Ecologia, 2004b.
- PILLAR, V.D.P.; ORLÓCI, L. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.7, n.4, p. 585-592, 1996.
- ROBERTS, H. A. Seed bank in soils. **Advances in Applied Biology**, v.6, n.1, p.1-55. 1981.
- ROBERTS, H.A.; NEILSON, J.E. Seed bank of soils under vegetable cropping in England. **Weed Research**, London, v.22, n.1, p.13-16, 1982.
- SARS. **Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, 1979. 270 p.
- THOMPSON, K.; GRIME, J.P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology**, London, v.67, n.3, p.893-921. 1979.
- VALENTIN, J.L. Agrupamento e ordenação. In: PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J.L.; FERNANDEZ, F.A.S. (Ed.) **Oecologia Brasiliensis**. Volume II: Tópicos em tratamento de dados biológicos. Rio de Janeiro: Instituto de Biologia – UFRJ, 1995. p. 27-55.
- VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A.M.; GAZZIERO, D.L.P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.171-178, 2001.

