

2011

ISSN 0104-9070

Pesquisa Agropecuária Gaúcha

PAG

17

volume 17 número 2 p. 105 - 208

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio
Rio Grande do Sul - Brasil



Secretaria da Agricultura,
Pecuária e Agronegócio



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGRONEGÓCIO
FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**

ISSN 0104-9070

Pesquisa Agropecuária Gaúcha

Porto Alegre, 2011
PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE, v.17, n. 2, p. 105-208, 2011.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - FEPAGRO

Divisão de Comunicação Social

Programa de Editoração e Publicações

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre/RS – CEP 90130-060

Telefone: (51) 3288-8000 Fax: (51) 3233-7607

www.fepagro.rs.gov.br – fepagro@fepagro.rs.gov.br

editoracao@fepagro.rs.gov.br

Comissão Editorial:

Luciano Kayser Vargas – Presidente; André Dabdab Abichequer; Bernadete Radin; Lia Rosane Rodrigues; Paulo Roehe; Rodrigo Favreto; Simone Linck; Zélia M. de Souza Castilhos.

Divisão de Comunicação Social:

Simone Linck – Coordenadora de Comunicação Social; Fernando Kluwe Dias – Fotógrafo; Gislaine Freitas – Jornalista – MTb 6637; Lia Rosane Rodrigues – Coordenadora do Programa de Editoração e Publicações; Nêmora Arlindo Rodrigues – Bibliotecária – CRB 10/820; Diego Luis Policeno dos Santos – Estagiário de Biblioteconomia; Rafaela dos Santos – Estagiária de Design Gráfico.

Tiragem: 700 exemplares

CATALOGAÇÃO NA FONTE

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA / Fundação Estadual de Pesquisa
Agropecuária ; Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio. Porto Alegre, RS –
Brasil, 1995 –
Semestral – ISSN 0104-9070

2011, v. 17, n. 2, p. 105-208.

CDU 63(05)

Os artigos publicados nessa revista estão indexados nas bases de dados:

CAB INTERNATIONAL - CAB ABSTRACTS

AGRIS

DERWENT VETERINARY DRUG FILE

DERWENT CROP PROTECTION FILE

REFERÊNCIA

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA. Porto Alegre: Fepagro, v.17, n. 2, p. 105-208, 2011.

Agricultura, Pecuária e Agronegócio

Solicitamos permuta

Acesse a versão online desta publicação em www.issuu.com/fepagro

O acervo da revista está disponível em <http://www.fepagro.rs.gov.br/lista/122/PAG>

Autores deste número:

Adilson de Quadros Coutinho – 191
Adriano Brandelli – 111
Alexandre Diehl Krob – 137
Anaíse Costa Calil – 159
André Dabdab Abichequer – 127
Beatriz Marti Emygdio – 183
Bernadete Radin – 127
Bruno Brito Lisboa – 127
Carlos Alberto Bissani – 119
Claudemir G. Ames – 183
Claudimar Sidnei Fior – 145 e 159
Cláudio Henrique Kray – 119
Clesio Gianello – 119
Cristina Leonhardt – 159
Daiane Silva Lattuada – 145 e 153
Dejamo Buzzetti – 183
Edar Ferrari Filho – 167 e 173
Evelyn Penedo Dorneles – 127
Fábio Almeida Iranço – 127
Fátima Menezes Bento – 137
Flávio A. de Oliveira Camargo – 111
Giandro Duarte Teixeira – 191
Giselda da Silva Pires – 197
Jane Rodrigues de Assis Machado – 183
Jorge Alberto F. Porciúncula – 197
Jorge Dubal Martins – 197
José Braun – 191
José Paulo Guadagnin – 183
Leandro Bortolon – 119
Lia Rosane Rodrigues – 183 e 191
Lineu Migon – 191
Lírio Becker – 191
Luciano Kayser Vargas – 127
Luidi Eric Guimarães Antunes – 167 e 173
Maico Paulo Alflen – 127
Marcos Caraffa – 183 e 191
Marilise Mesquita – 197
Marino José Tedesco – 119
Monique Presser Cigolini – 127
Nilton Luis Gabe – 191
Patrícia Daniela da Silva Pires – 167
Paulo Vitor Dutra de Souza – 153
Pedro Alberto Selbach – 137
Priscila Correa Viebrantz – 167
Rafael Gomes Dionello – 167 e 173
Rafael Lorscheiter – 127
Renato Trentin – 183
Roberto Gottardi – 167 e 173
Robson Andrezza – 111, 119 e 137
Sílvio Paulo Moraes – 137
Simone Pieniz – 111
Vitor Hugo Zanotelli – 127
Viviane Reginaldo de Oliveira – 127
Zeferino Genésio Chielle – 191

Consultores Científicos do presente ano:

Adriana Giongo – PUCRS
Alfredo Gui Ferreira – UFRGS
Amanda Heemann Junges – Fepagro
André Dabdab Abichequer – Fepagro
Andréia Mara Rotta de Oliveira – UERGS
Anelize Beneduzzi da Silveira – Fepagro
Angélica Cavalheiro Bertagnolli – Fepagro
Beatriz Marti Emygdio – Embrapa-CPACT
Bernadete Radin – Fepagro
Braulio Santos – UFPR
Caio Fábio Stoffel Efrom – Fepagro
Cândida Raquel Sherrer Montero – Fepagro
Cesar Henrique Espírito Candal Poli – UFRGS
Cinara Fernanda Garcia Morales – Fepagro
Clarice Azevedo Machado – Fundação
Zoobotânica do RS
Claudio Lovato – UFSM
Danilo Dufech Castilhos – UFPEL
Felipe de Campos Carmona – IRGA
Gilmar Schafer – UFRGS
Irineu Lorini – Embrapa-CNPSoja
Jacson Zuchi – Fepagro
Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro – Instituto
Biológico de Campinas
João Rodolfo Guimarães Nunes – Fepagro
José Carlos Ferreira – Fepagro
José Reck Júnior – Fepagro
Josué Sant'Ana – UFRGS
Juliano Garcia Bertoldo – Fepagro
Lauri Lourenço Radünz – UFFS
Leandro Souza da Silva – UFSM
Lia Rosane Rodrigues – Fepagro
Lino Bittencourt Monteiro – UFPR
Lissandra Souto Cavalli – Fepagro
Luciane M. P. Passaglia – UFRGS
Luciano Kayser Vargas – Fepagro
Luiz Alberto Oliveira Ribeiro – UFRGS
Luiza Rodrigues Redaelli – UFRGS
Mariel Josué Bizarro – Turfal Indústria
e Comércio de Produtos Biológicos
e Agronômicos-PR
Paulo Roberto Valle da Silva – Embrapa-CNPT
Raquel Paz da Silva – Fepagro
Ricardo Bemfica Steffen – UFSM
Ricardo Wanke de Melo – UFRGS
Rodrigo Favreto – Fepagro
Rogério Oliveira Rodrigues – Fepagro
Ronaldir Knoblauch – Epagri-Itajaí
Sílvio Steinmetz – Embrapa-CPACT
Sonia Maria Noemberg Lazzari – UFPR
Sueli Terezinha Van Der Sand – UFRGS

Sumário | Table of Contents

Artigo de Revisão | Review Article

Bioacumulação de selênio em células de bactérias ácido lácticas: uma alternativa para a produção animal

Selenium bioaccumulation by lactic acid bacterial: An alternative to animal production

Simone Pieniz, Robson Andreazza, Adriano Brandelli,

Flávio A. de Oliveira Camargo 111

Artigos Científicos | Scientific Papers

Avaliação da aplicação de composto de lixo urbano e lodo de esgoto em dois solos diferentes

Evaluation of the urban waste and sewage sludge application in two different soils

Cláudio Henrique Kray, Marino José Tedesco, Carlos Alberto Bissani,

Leandro Bortolon, Robson Andreazza, Clesio Gianello 119

Eficiência agrônômica de fertilizante de couro bovino hidrolisado como fonte de nitrogênio e teores de cromo em solo, água e planta

Agronomic efficiency of hidrolized cattle leather fertilizer as Nitrogen source and Chromium content in soil, water and plant

André Dabdab Abichequer, Bruno Brito Lisboa, Bernadete Radin, Evelyn Penedo Dorneles,

Luciano Kayser Vargas, Fábio Almeida Iranço, Maico Paulo Alflen, Rafael Lorscheiter,

Vitor Hugo Zanotelli, Viviane Reginaldo de Oliveira e Monique Presser Cigolini 127

Alterações nas propriedades físicas e microbiológicas do solo sob adição contínua de composto de lixo urbano

Effects of continuous addition of urban waste compost on physical and microbial soil properties

Alexandre Diehl Krob, Sílvio Paulo Moraes, Pedro Alberto Selbach,

Fátima Menezes Bento, Robson Andreazza, Flávio A. de Oliveira Camargo..... 137

Uso de daminozide na redução do porte de plantas envasadas de *Siphocampylus betulifolius*

Use of daminozide in reducing the size of potted plants of *Siphocampylus betulifolius*

Claudimar Sidnei Fior, Daiane Silva Lattuada 145

Escarificação química em sementes de pitangueira

Chemical scarification of Surinam cherry seeds

Daiane Silva Lattuada, Paulo Vitor Dutra de Souza 153

Viabilidade e armazenamento de sementes de *Xylosma ciliatifolia*

Viability and storage of seeds of *Xylosma ciliatifolia*

Claudimar Sidnei Fior, Cristina Leonhardt, Anaíse Costa Calil..... 159

Controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) usando duas concentrações de gás fosfina com diferentes períodos de exposição, em grãos de milho armazenados

Control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) using two concentrations of phosphine gas with different exposure time, in grains of corn stored

Luidi Eric Guimarães Antunes, Edar Ferrari Filho, Patrícia Daniela da Silva Pires,

Priscila Correa Viebrantz, Roberto Gottardi e Rafael Gomes Dionello 167

Avaliações físicas e tecnológicas de grãos de milho submetidos à secagem intermitente em três temperaturas do ar de secagem e posteriormente armazenado por nove meses
Physical and technological evaluations of corn subjected to intermittent drying at three temperatures of the drying air and then stored for nine months
Edar Ferrari Filho, Luidi Eric Guimarães Antunes, Roberto Gottardi, Rafael Gomes Dionello..... 173

Desempenho de cultivares de milho indicadas para cultivo no Rio Grande do Sul na safra 2010/2011
Performance of corn cultivars indicated to culture in Rio Grande do Sul state in the growing season 2010/2011
José Paulo Guadagnin, Lia Rosane Rodrigues, Beatriz Marti Emygdio, Claudemir G. Ames, Dejam Buzzetti, Jane Rodrigues de Assis Machado, Marcos Caraffa, Renato Trentin 183

Comunicados Técnicos | Notes

Ensaio sul-rio-grandense de sorgo silageiro: análise conjunta da safra 2010/2011
Web of assays of silage sorghum in Rio Grande do Sul State: combined analysis of growing season 2010/2011
Zeferino Genésio Chielle, Nilton Luis Gabe, Lineu Migon, Marcos Caraffa, Giandro Duarte Teixeira, José Braun, Adilson de Quadros Coutinho, Lírio Becker, Lia Rosane Rodrigues 191

Morfologia e características da carcaça de cordeiros Corriedale, submetidos a diferentes sistemas de pastejo
Body traits *in vivo* and characteristic of the carcass of male Corriedale lambs graze on three native grass systems
Giselda da Silva Pires, Marilise Mesquita, Jorge Dubal Martins, Jorge Alberto F. Porciúncula 197

Bioacumulação de selênio em células de bactérias ácido lácticas: uma alternativa para a produção animal¹

Simone Pieniz², Robson Andreazza^{3*}, Adriano Brandelli⁴,
Flávio A. de Oliveira Camargo⁵

Resumo – O selênio é um micronutriente essencial a todos os seres vivos. Esse elemento, quando em baixas concentrações, nos animais pode comprometer a capacidade imunológica, produtiva e até mesmo a capacidade reprodutiva dos mesmos. As bactérias ácidas lácticas (BAL) provenientes do trato gastrintestinal, e da mesma forma, quando presentes nos alimentos, apresentam diversos aspectos benéficos ao seu hospedeiro como: atividade antimicrobiana, controle de patógenos e contaminações microbiológicas nos alimentos, atividade antioxidante, proteção da mucosa do trato gastrintestinal, entre outros benefícios. Devido à grande necessidade mundial da produção de alimentos, estudos com o enriquecimento de BAL com selênio podem ser promissores na produção de carne no setor agropecuário e, ainda, reduzir custos com doenças e patógenos naturais existentes no cenário agroindustrial. Desta forma, a bioacumulação de selênio por BAL pode ser uma alternativa eficiente na melhoria e no incremento da produção animal.

Palavras-chave: selênio, bactérias ácido lácticas, bioacumulação, enriquecimento.

Selenium bioaccumulation by lactic acid bacterial: An alternative to animal production

Abstract – The selenium is an essential micronutrient for all living organisms. Low concentrations of this element in the animals can reduce the immunological, production and reproduction capacity of the animals. Lactic acid bacteria (LAB) from gastrointestinal and even in the food have shown many beneficial aspects to the host such as: antimicrobial activity, antioxidant activity, control pathogens and microbial contamination, mucous protection of the gastrointestinal system, and other benefits. Due to the high world production necessity, studies with the LAB enrichment with selenium can promote the meat production, and still can reduce the costs with diseases and natural pathogens present in the agriculture. Thus, the selenium bioaccumulation by LAB can be an efficient alternative in increasing animal production.

Key words: Bioaccumulation, selenium, enrichment, acid lactic bacteria.

Introdução

As bactérias ácido lácticas (BAL) têm sido foco de intensivas pesquisas nacionais e internacionais pelo seu papel essencial na produção de derivados lácteos e fermentados, devido a sua capacidade de produzir compostos antimicrobianos, bem como apresentar atividade antitumoral, redução do coles-

terol, redução da intolerância à lactose, estimulação do sistema imunológico, estabilização da microflora intestinal, bem como propriedades probióticas (ISO-LAURI et al., 2001; JACKSON et al., 2002; HILDE et al., 2003; KHEDID et al., 2009; NUENO-PALOP e NARBAD, 2011; RIPAMONTI et al., 2011). Basicamente, o termo probiótico refere-se a microrganismos vivos, que melhoram o equilíbrio microbiano do

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora. Manuscrito submetido em 25/04/2011 e aceito para publicação em 24/08/2011.

² Nutricionista, Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente. Bolsista CAPES. E-mail: nutrisimone@yahoo.com.br.

³ Eng. Agrônomo, Dr., Pós-Doutorando do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712 – 91540-000 – Porto Alegre, RS, Brasil. Bolsista REUNI. *Autor para correspondência: robsonandreazza@yahoo.com.br.

⁴ Químico, Dr., Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, UFRGS. Bolsista CNPq.

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712. 91540-000 Porto Alegre, RS, Brasil. Bolsista CNPq.

intestino e possuem efeitos benéficos para a saúde do hospedeiro (LÓPEZ-BREA e DOMINGO, 2007).

Os efeitos benéficos dos probióticos na saúde humana e na nutrição estão sendo cada vez mais reconhecidos. Pesquisadores que estudam as propriedades e a funcionalidade dos microrganismos vivos na dieta sugerem que os probióticos desempenham um papel importante nas funções digestivas, imunológicas e respiratórias, assim, poderiam ter um efeito significativo no tratamento das enfermidades infecciosas, especialmente em crianças e em populações de alto risco (LÓPEZ-BREA e DOMINGO, 2007). Desta forma, existe a legislação da União Europeia (UE) que regula a comercialização e uso dos probióticos, suplementos dietéticos e alimentos funcionais (LÓPEZ-BREA e DOMINGO, 2007). No Brasil, o uso de probióticos foi regulamentado pela Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002, que aprova o regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e/ou de saúde (BRASIL, 2002).

A utilização de probióticos também tem sido aplicada em ração animal. Os probióticos são produtos constituídos por organismos vivos ou em suas *L-formas* (sem parede celular). Uma vez introduzidos no organismo animal, podem colonizar o novo ambiente, promover um melhor equilíbrio microbiano intestinal, produzir enzimas digestivas e, ainda, estimular a imunidade da mucosa intestinal, protegendo-a contra toxinas pré-formadas por microrganismos patogênicos (TOMA e POKROTNIKES, 2006).

Juntamente com os probióticos têm sido utilizados micronutrientes que beneficiam a saúde dos homens e dos animais. O selênio, considerado um micronutriente essencial, tem sido utilizado na elaboração de suplementos probióticos. Este elemento tanto na sua forma inorgânica (selenito de sódio (Na_2SeO_3) e selenato de sódio (Na_2SeO_4)) ou na sua forma orgânica (selenometionina (SeMet) e selenocisteína (SeCis)), através de leveduras enriquecidas, tem recebido atenção especial recentemente com relação ao seu papel na prevenção de várias doenças, entre elas o câncer (NOGUEIRA et al., 2003).

As BAL têm sido utilizadas em pesquisas visando à produção de biomassa com consequente utilização em produtos alimentícios, bem como em ração animal. A biomassa produzida por este tipo de bactérias tem sido utilizada como fonte de micronutrientes, em especial de selênio. Em comparação com as plantas, como fonte de selênio, a biomassa bacteriana apresenta maior teor de proteína,

consequentemente, maiores concentrações desse elemento podem ser incorporadas na biomassa, devido à substituição do enxofre participante na formação da proteína (PONCE de LEON et al., 2002). Além disso, o estudo da suplementação de probióticos associado com micronutrientes utilizados para a alimentação animal tem despertado o interesse de diversas pesquisas, visando à substituição de antibióticos por culturas probióticas (GUERRA et al., 2007).

Assim, a bioacumulação de selênio na biomassa bacteriana pode ser de grande contribuição à alimentação, bem como, ser uma alternativa eficaz para a obtenção de maior ganho de peso, melhor índice de conversão alimentar, maior rendimento de carcaça, melhor palatabilidade da carne, dentre outros benefícios. Por este motivo, justifica-se a importância deste trabalho de revisão bibliográfica, abordando os principais benefícios do enriquecimento de BAL com selênio, e, desta forma, contribuindo com estudos futuros, utilizando a biomassa bacteriana na elaboração de suplemento probiótico enriquecido com selênio para uso em ração animal.

Bactérias ácido lácticas (BAL)

As BAL compreendem um grupo amplo de microrganismos, dentre os principais destacam-se *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* e *Pediococcus*. São microrganismos Gram positivos, não formadores de esporos, anaeróbios, aerotolerantes, fastidiosos, ácido tolerantes, com metabolismo estritamente fermentativo, apresentando o ácido láctico como principal produto da fermentação dos carboidratos (DE MARTINIS et al., 2002). São bactérias acidófilas, sendo que a principal função das BAL nos alimentos é a acidificação dos produtos alimentares em um pH próximo a 4,0, o que impede o desenvolvimento de bactérias indesejáveis pela produção de ácidos orgânicos. Isso permite que o período de conservação dos produtos fermentados seja muito maior que o dos produtos onde a matéria-prima não seja fermentada (BROMBERG et al., 2006).

As BAL constituem um grupo de microrganismos amplamente distribuídos nos alimentos, sendo produtoras de uma variedade de compostos antimicrobianos, incluindo: ácidos, diacetil, peróxido de hidrogênio, dióxido de carbono, álcool, aldeído e substâncias antimicrobianas de natureza proteica, denominadas bacteriocinas. Todos esses compostos podem antagonizar o crescimento de bactérias deterioradoras e patogênicas presentes nos alimentos (LEROY e DE VUYST, 2004; BROMBERG

et al., 2006). Isso explica a ampla utilização das BAL em produtos alimentícios, sendo suas propriedades utilizadas na elaboração de queijos, iogurtes, leites fermentados, bebidas, salsichas e outros produtos cárneos. Mais recentemente, com o desenvolvimento dos produtos probióticos, as BAL têm sido fonte de várias pesquisas devido aos possíveis benefícios à saúde que advêm de seu consumo (FEORD, 2002).

Kinouchi (2006) demonstrou recentemente em seu trabalho que ao suplementar fêmeas de camundongos com câncer de mama biologicamente induzido, com uma dieta contendo um produto à base de soja fermentado com *Enterococcus faecium* CRL 183 e *Lactobacillus helveticus* ssp *jugurti* 416, estes apresentaram atividade anticarcinogênica. Os animais que consumiram este produto apresentaram um volume menor do tumor, comparados aos demais grupos. Ainda com relação à atividade anticarcinogênica do *E. faecium*, Sivieri et al. (2007) observaram uma redução de 40 % na incidência de tumores de cólon em ratos quimicamente induzidos e que ingeriram uma suspensão oral desse microrganismo em uma concentração diária de 10^8 UFC mL⁻¹.

Selênio

O selênio pertence ao grupo 16 da tabela periódica, localizado entre o enxofre e o telúrio, podendo ser encontrado em quatro estados de valência que são II, 0, IV e VI (PAPP et al., 2007). Este micronutriente é considerado essencial em muitos processos bioquímicos e fisiológicos, podendo ser encontrado no solo, nas plantas, no corpo humano e nos animais, e sua principal fonte para humanos e animais é a dieta (HILL et al., 2003; MENON et al., 2011; REN et al., 2011; VISSER et al., 2011). No corpo humano está presente em quase todas as células, sendo mais abundante nos rins, fígado, baço, pâncreas, glândula tireoide e testículos (NYMAN et al., 2004).

Em algumas áreas do mundo há certa deficiência de selênio em humanos, isto porque algumas populações possuem o hábito de se alimentar com alimentos de origem vegetal, como na China, sendo que o solo deste país possui deficiência de selênio. Portanto, torna-se indispensável a ingestão de alimentos fonte de selênio como frutos do mar, peixes, cereais, carne, nozes, cogumelos e ovos (MUNIZ-NAVEIRO et al., 2005) ou mesmo na forma de suplemento dietético.

Na alimentação humana, existem algumas recomendações que foram sumarizadas pelo Comitê sobre Aspectos Médicos da Política Alimentar

- COMA (1991): 0,060 a 0,075 mg Se dia⁻¹ para homens e mulheres, respectivamente; 0,075 mg dia⁻¹ para mulheres gestantes; 0,45 mg dia⁻¹ consumo máximo. Valores acima de 0,91 mg dia⁻¹ (0,015 mg kg⁻¹ de peso corpóreo para um adulto de 60 kg) indicam efeito de toxicidade. A dosagem nutricional e segura recomendada tem sido de 0,35 a 0,40 mg dia⁻¹, baseada em um humano com 70 kg, subsistindo em uma dieta normal e 0,2 mg Se adicional dia⁻¹ na forma de suplemento nutricional.

O selênio possui três níveis de atividade biológica: 1) pequenas concentrações são requeridas para o crescimento e desenvolvimento normais; 2) concentrações moderadas que podem ser estocadas para manutenção das funções homeostáticas; e 3) concentrações elevadas que podem resultar em efeitos tóxicos (HAMILTON, 2004). Do mesmo modo, Zuberbuehler et al. (2006) e Ren et al. (2011), relatam que o Se(IV) (selenito de sódio) pode ser tanto um elemento essencial quanto tóxico, dependendo da concentração utilizada. Tanto os sinais de deficiência quanto os efeitos tóxicos do excesso de selênio incluem: redução do crescimento, letargia, diminuição das funções hepáticas, diminuição do peso do fígado, diminuição no desempenho reprodutivo, catarata, diminuição dos níveis de hemoglobina e aumento na incidência de câncer.

Níveis reduzidos de selênio nas células e tecidos têm como consequência concentrações menores da enzima antioxidante glutatona peroxidase, resultando em maior suscetibilidade das células e do organismo aos danos oxidativos induzidos pelos radicais livres (MONTEIRO et al., 2007). Dados epidemiológicos também mostraram que o selênio pode interagir com as vitaminas A e E na prevenção do desenvolvimento de tumores e na terapia da Síndrome de Imunodeficiência Adquirida (AIDS). Entretanto, outros resultados mostraram que a suplementação com esse mineral antioxidante pode aumentar os processos de carcinogênese, recomendando cautela na administração de selênio para os seres humanos (RAYMAN, et al., 2002; BOREK, 2004).

Sabe-se que nos tecidos o selênio está presente em duas formas: SeMet e SeCis. A SeMet não pode ser sintetizada no organismo e deve ser fornecida pela dieta. Esta forma pode substituir a metionina em uma variedade de proteínas (BURTIS e ASHWOOD, 2001). A SeMet é considerada como uma forma de depósito de selênio no organismo, ou seja, quando o suporte deste elemento da dieta é interrompido, este aminoácido é movimentado e repõe o selênio no organismo. O selênio constituinte de proteínas, denominadas selenoproteínas,

algumas das quais tem funções enzimáticas importantes, está na forma de SeCis, sendo a forma biológica ativa do selênio (HILL et al., 2003).

O selênio entra para a cadeia alimentar animal através do consumo de vegetais, que o absorvem a partir do solo na forma inorgânica. Nas plantas, o selênio é convertido em formas orgânicas, como o aminoácido SeMet e SeCis. SeMet é considerado o principal composto de selênio em cereais, grãos, legumes e soja, e serve de precursor para a síntese de SeCis em animais. O aminoácido SeCis é encontrado no sítio de pelo menos 25 diferentes selenoproteínas, todas com importantes funções biológicas. SeCis é estruturalmente similar ao aminoácido cisteína, entretanto, o selênio é um melhor nucleófilo do que o enxofre (CHEN e BERRY, 2003; PAPP et al., 2007; NAVARRO-ALARCON e CABRERA-VIQUE, 2008).

São exemplos de selenoproteínas que contêm SeCis: glutatona peroxidase, tioredoxina redutase, iodotironina deiodinase, selenoproteína P, selenoproteína W e metionina sulfóxido redutase, e várias destas selenoproteínas estão envolvidas nas defesas antioxidantes e regulações redox. O selênio nestas enzimas pode atuar como centro redox, por exemplo, quando a selenoenzima, tioredoxina redutase, reduz nucleotídeos na síntese do DNA e ajuda a controlar o estado redox intracelular (ANGSTWURM e GAERTENER, 2006).

O melhor exemplo da função redox é a redução do peróxido de hidrogênio a produtos inócuos, como água e alcoóis, pela família das enzimas peroxidases, selênio-dependentes tais como glutatona peroxidase (RAYMAN, 2000). Estas enzimas ajudam a manter a integridade da membrana, reduzem a probabilidade de propagação de danos oxidativos de biomoléculas, como lipídeos, lipoproteínas e DNA, que estão associados com o aumento de câncer e aterosclerose (BURTIS e ASHWOOD, 2001). O maior papel na defesa antioxidante é atribuído à enzima glutatona peroxidase. Ela reduz o peróxido de hidrogênio, lipídeos e fosfolipídeos hidroperóxidos impedindo que ocorra propagação dos radicais livres (ANGSTWURM e GAERTENER, 2006).

A tioredoxina é uma proteína pequena (12 kDa), com dois resíduos de cisteína, que é regulada e contribui para a tolerância de endotoxinas. A tioredoxina reduz a glutatona peroxidase, bem como outros peróxidos lipídicos, sendo sua forma oxidada regenerada por diferentes subtipos de tioredoxinas redutases selênio-dependentes. Estudos em ratos demonstram que a atividade desta enzima aumenta com a atividade da glutatona peroxidase após a suplementação com selênio, indicando uma

hierarquia na síntese de seleno-enzimas (HILL et al., 2003). A metionina sulfóxido redutase, que repara resíduos de metionina oxidada em proteínas, requer tioredoxina para sua subsequente redução (MOSKOVITZ et al., 2002).

Aproximadamente 60 % do selênio no plasma é incorporado em selenoproteína P, a qual contém 10 átomos de selênio por molécula de selenocisteína. A glutatona peroxidase extracelular e a selenoproteína P representam mais de 90 % do selênio no plasma e ambas podem servir como proteína transporte para o selênio. No entanto, a selenoproteína P também é expressa em muitos tecidos e tem sido associada com membranas celulares, o que sugere que embora possa facilitar o transporte de selênio para todo o corpo, esta pode não ser sua única função, pois pode atuar também como uma enzima antioxidante (BROWN e ARTHUR, 2001).

Em estudos com animais, os efeitos do consumo de selênio na concentração da selenoproteína W nos tecidos têm sido relatados como sendo necessários para o metabolismo muscular. A calcificação nos músculos esqueléticos ovinos e bovinos, conhecida como distrofia muscular nutricional ou doença do músculo branco, uma afecção miodegenerativa hiperaguda, aguda ou subaguda dos músculos cardíaco e/ou esquelético, é prevenida pela suplementação de selênio e vitamina E. A doença é caracterizada por necrose segmentar com calcificação de segmentos necróticos das fibras musculares. A importância da selenoproteína W para o metabolismo muscular esquelético humano ainda não é totalmente compreendida, mas a recente clonagem do seu cDNA vem reforçando pesquisas sobre distrofias musculares em humanos, que têm demonstrado resposta à suplementação de selênio (BROWN e ARTHUR, 2001).

Dentre os órgãos do corpo humano, a glândula tireoide é a que apresenta maior concentração de selênio. Neste órgão, o selênio está envolvido no metabolismo hormonal pela ação catalisadora da selenoenzima iodotironina deiodinase, na conversão do hormônio da tireoide (tiroxina – T_4) para a sua forma ativa (triiodotironina – T_3) produz o hormônio da tireoide ativo a partir do precursor inativo (COMBS et al., 2009).

Estudos epidemiológicos em humanos têm demonstrado relação inversa entre a ingestão de selênio e a incidência de câncer (FELIX et al., 2004; SONN et al., 2005). O aumento de evidências experimentais em estudos sugere que a suplementação com selênio na dieta poderia inibir tumores induzidos quimicamente em várias espécies de animais, como também inibir cânceres provocados

por vírus (WHANGER, 2004). Animais que receberam dieta suplementada com selênio mostram uma redução na incidência e no tamanho dos tumores. Contudo, o mecanismo responsável por este fenômeno ainda não é conhecido, mas se acredita que a ação do selênio em inibir o crescimento tumoral possa incluir os seguintes processos: atividade antioxidante sobre as selenoproteínas, efeito anti-inflamatório derivado de interações com o sistema imune e a via de ciclooxigenase-lipoxigenase, e também mudanças na expressão global de genes, que podem bloquear a progressão do ciclo celular ou induzir a apoptose em ambos precursores tumorais ou células estromais (FELIX et al., 2004; SONN et al., 2005).

O reconhecimento do papel das selenoproteínas no metabolismo ajuda a explicar os efeitos adversos da deficiência de selênio na saúde humana e animal. A manutenção da concentração ótima de selênio no organismo, bem como da atividade das selenoproteínas, torna-se imprescindível para a prevenção de doenças. Algumas destas doenças estão relacionadas à ingestão de baixa concentração de selênio, como na incidência de infarto do miocárdio, aumento do risco de câncer (RAYMAN, 2000; BURTIS e ASHWOOD, 2001), complicações em pacientes com doença renal, agravamento do quadro de indivíduos infectados com o vírus HIV do tipo I. Outros estudos de relevância clínica do selênio têm sido relatados, como a sua importância na reprodução. Estudos realizados com homens inférteis suplementados com selênio e vitamina E mostraram melhora na morfologia do esperma. Indivíduos tratados com selenito de sódio mostraram aumento dos níveis de selênio no fluido seminal, e aqueles que receberam selênio na forma de levedura enriquecida tiveram um aumento também na atividade da glutatona peroxidase (RAYMAN, 2000).

A importância do selênio na alimentação animal e nos processos fisiológicos tem sido relatada na literatura. Lacetera et al. (1996) e Givens et al. (2004) verificaram aumentos significativos na produção de leite em vacas suplementadas com 5 mg de selenito de sódio para cada 100 Kg⁻¹ de peso vivo. De acordo com estudo realizado por Wang et al. (2009), o selenito e selenato de sódio podem ser reduzidos a selênio elementar (Se⁰) pelos microrganismos ruminantes como um meio de detoxificação. Os microrganismos podem também incorporar selênio na biomassa microbiana e, desse modo, o selênio presente na ração na forma inorgânica se transformaria na forma orgânica, podendo ser absorvido no intestino delgado.

Propriedades probióticas das BAL

Considera-se como probiótico as cepas de microrganismos que possuem a capacidade de resistir às condições ácidas, à ação da bile e lisozima e de colonizar o trato intestinal humano, ao menos temporariamente, mediante a adesão às células intestinais. Além dessas características, somam-se outras condições complementares necessárias às culturas probióticas: capacidade de ativação, rápido crescimento, resistência aos antibióticos normalmente presentes nos alimentos e ausência de propriedades patogênicas, tóxicas, alérgicas, mutagênicas ou carcinogênicas (HOLZAPFEL et al., 2001).

Os maiores benefícios à saúde humana atribuídos à ingestão de culturas probióticas são: controle e estabilização da microbiota intestinal; promoção da resistência gastrointestinal à colonização por patógenos; diminuição da população de patógenos através da produção de ácido acético e láctico e de outros compostos antimicrobianos; promoção da digestão da lactose em indivíduos intolerantes à lactose; estimulação do sistema imune; alívio da constipação; aumento da absorção de minerais e produção de vitaminas. Outros efeitos atribuídos a essas culturas são a diminuição do risco de câncer de cólon e de doença cardiovascular. É sugerida também a diminuição das concentrações plasmáticas de colesterol, efeitos anti-hipertensivos e antitumorais, redução da atividade ulcerativa de *Helicobacter pylori*, controle da colite induzida por rotavírus e por *Clostridium difficile*, prevenção de infecções urogenitais, além de efeitos inibitórios sobre a mutagenicidade (KAUR et al., 2002; PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2002; SERVIN et al., 2003; TUOHY et al., 2003; SAAD, 2006).

Pesquisas com probióticos também têm sido realizadas em animais por dois aspectos complementares. A demanda crescente por métodos mais conservacionistas para o tratamento e a prevenção de infecções, fruto da maior conscientização ecológica da população leiga. Por outro lado, a preocupação da comunidade científica com o surgimento de cepas de microrganismos resistentes e com o uso indiscriminado de agentes antimicrobianos. Em função disso, uma área que tem se mostrado bastante promissora é a da utilização de probióticos como promotores de crescimento e de sanidade de animais de produção, em substituição às doses subterapêuticas de antibióticos, comumente utilizadas nas rações de animais criados intensivamente, como aves e suínos (GUERRA et al., 2007). O uso indiscriminado dos antibióticos na alimentação animal pode ter resultado no desenvolvimento de

populações bacterianas resistentes (GUNDOGAN et al., 2005).

Torna-se evidente a necessidade de estudos de produtos alternativos que possam substituir os antibióticos na alimentação animal, sem causar perdas na produtividade e na qualidade dos produtos finais. Os prováveis substitutos promotores de crescimento devem manter as ações benéficas dos antibióticos e eliminar as indesejáveis, como a resistência bacteriana (PELÍCIA et al., 2004).

Bioacumulação de selênio e BAL

A bioacumulação de metais por bactérias é uma ferramenta que tem sido amplamente utilizada em várias técnicas, como a biorremediação de locais contaminados com metais pesados (ANDREAZZA et al., 2010). Além disso, normalmente a bioacumulação de metais por bactérias pode ser realizada via a sorção na parede celular e, também, estes metais podem ser reduzidos e, posteriormente, bombeados para dentro da célula bacteriana pelas ATPases, envolvendo gasto de energia (ANDREAZZA et al., 2011).

Em estudo realizado por Pieniz (2010), BAL, mais especificamente algumas espécies do gênero *Enterococcus*, demonstraram possuir propriedade antioxidante e atividade antimicrobiana e, além disso, capacidade em acumular Se(IV) na biomassa bacteriana. Deste modo, a aplicação de BAL enriquecidas com selênio pode proporcionar melhor qualidade à ração animal, pois estas podem ser utilizadas, além de fonte protéica e potencial probiótico, como fonte de micronutrientes para a dieta animal (PIENIZ, 2010).

Resultados obtidos em estudo prévio demonstraram alto potencial de bioacumulação de selênio por espécies de *Enterococcus faecium* e *Enterococcus faecalis* (PIENIZ et al., 2011), contudo necessita-se de uma continuidade de estudos nesta área. Assim, pode-se dizer que as BAL podem ser consideradas como uma fonte promissora de micronutrientes como o selênio e podem ser uma alternativa eficiente na melhoria das características bioalimentares, desta forma, promovendo efeitos benéficos à saúde animal.

Considerações Finais

A utilização de BAL enriquecidas com selênio pode proporcionar vários benefícios à alimentação animal, com incrementos na produção, tanto de carne quanto reprodutiva, aumentando a resistência às doenças, dentre outros benefícios como citados

anteriormente. Além disso, altas concentrações de selênio são incorporadas em células de *Enterococcus*, sendo um probiótico de baixo custo e de grande potencial na utilização da alimentação de aves, suínos e bovinos. Sabe-se que a pesquisa nesta área é importante, porém os estudos ainda são insuficientes para a implementação em grande escala destas técnicas. Deste modo, estudos com o isolamento, caracterização e aplicação de BAL enriquecidas com selênio são determinantes para melhorias no desenvolvimento da produção animal, não somente em termos de pesquisas laboratoriais, mas também para a aplicação em nível de propriedade rural.

Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas e auxílio financeiro.

Referências

- ANDREAZZA, R.; PIENIZ, P.; WOLF, L.; LEE, M.; CAMARGO, F. A. O.; OKEKE, B. C. Characterization of copper biosorption and bioreduction by a highly copper resistant bacterium isolated from copper-contaminated vineyard soil. *Science of the Total Environment*, v. 408, p. 1501-1507, 2010.
- ANDREAZZA, R.; OKEKE, B. C.; PIENIZ, P.; BRANDELLI, A.; LAMBAIS, M. R.; CAMARGO, F. A. O. Bioreduction of Cu(II) by cell-free copper reductase from a copper resistant *Pseudomonas* sp. NA. *Biological Trace Element Research*, 2011. doi:10.1007/s12011-010-8899-3.
- ANGSTWURM, M. W. A.; GAERTENER, R. Practicalities of selenium supplementation in critically ill Patients. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, v. 9, p. 233-238, 2006.
- BOREK, C. Dietary antioxidants and human cancer. *Integrative Cancer Therapies*, v. 3, p. 333-341, 2004.
- BRASIL. Resolução RDC n.º 2, de 7 de janeiro de 2002. Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde. *Diário Oficial da União, Brasília*, 17 de julho de 2002.
- BROMBERG, R.; MORENO, I.; DELBONI, R. R.; CINTRA, H. C. Características da bacteriocina produzida por *Lactococcus lactis* ssp. *hordniae* CTC 484 e seu efeito sobre *Listeria monocytogenes* em carne bovina. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v. 26, p. 135-144, 2006.
- BROWN, K.M.; ARTHUR, J.R. Selenium, selenoproteins and human health: a review. *Public Health Nutrition*, v. 4, p. 593-599, 2001.
- BURTIS, C. A.; ASHWOOD, E. R. In: *Tietz Fundamental of Clinical Chemistry*, 5ª Ed, W. B. Company, USA, 2001.
- CHEN, J.; BERRY, M. J. Selenium and selenoproteins in the brain and brain diseases. *Journal of Neurochemistry*, v. 86, p. 1-12, 2003.

- COMA. Dietary Reference Values for Food Energy and Nutrients for the United Kingdom. Report of the panel on Dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of Food Policy (COMA). Department of Health RHSS 41. 1991.
- COMBS JR, G.F.; MIDTHUNE, D.N.; PATTERSON, K.Y.; CANFIELD, W.K.; HILL, A.D.; LEVANDER, O.A.; TAYLOR, P.R.; MOLER, J.E.; PATTERSON, B.H. Effects of selenomethionine supplementation on selenium status and thyroid hormone concentrations in healthy adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 89, p. 1808-1814, 2009.
- De MARTINIS, E. C. P.; ALVES, V. F.; FRANCO, B. D. G. M. Fundamentals and perspectives for the use of bacteriocins produced by lactic acid bacteria in meat products. *Food Reviews International*, v. 18, p. 191-208, 2002.
- FELIX, K.; GERSTMEIER, S.; KYRIAKOPOULOS, A.; HOWARD, O. M. Z.; DONG, H. F.; ECKHAUS, M.; BEHNE, D.; BORNKAMM, G. W.; JANZ, S. Selenium deficiency abrogates inflammation-dependent plasma cell tumors in mice. *Cancer Research*, v. 64, p. 2910-2917, 2004.
- FEORD, J. Lactic acid bacteria in a changing legislative environment. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 82, p. 353-360, 2002.
- GUERRA, N. P.; BERNÁRDEZ, P. F.; MÉNDEZ, J.; CACHALDORA, P.; CASTRO, L. P. Production of four potentially probiotic lactic acid bacteria and their evaluation as feed additives for weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*, v. 134, p. 89-107, 2007.
- GIVENS, D. I.; ALLISON, R.; COTTRILL, B. R.; BLAKE, J. S. Enhancing the selenium content of bovine milk through alteration of the form and concentration of selenium in the diet of the dairy cow. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 84, p. 811-817, 2004.
- GUNDOGAN, N.; CITAK, S.; YUCEL, N.; DEVREN, A. A note on the incidence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from meat and chicken samples. *Meat Science*, v. 69, p. 807-810, 2005.
- HAMILTON, S. J. Review of selenium toxicity in the aquatic food chain. *Science of the Total Environment*, v. 326, p. 1-31, 2004.
- HILDE, M.; OSTILE, M. H. H.; JUDITH, N. A. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk. *International Journal of Food Microbiology*, v. 87, p. 17-27, 2003.
- HIIL, K.; ZHOU, J.; MACMAHAN, W. J.; MOTLEY, A. K.; ATKINS, J. F.; GESTELAND, R. F.; BURK, R. F. Deletion selenoprotein P alters distribution of selenium in the mouse. *The Journal of Biological Chemistry*, v. 278, p. 13640-13646, 2003.
- HOLZAPFEL, W. H.; HABERER, P.; GEISEN, R.; BJÖRKROTH, J.; SCHILLINGER, U. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 73, n. 2, p. 365-373, 2001.
- ISOLAURI, E.; SÜTAS, Y.; KANKAAPÄÄ, P.; ARVILOMMI, H.; SALMINEN, S. Probiotics: effects of immunity. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 73, p. 444-450, 2001.
- JACKSON, M. S.; BIRD, A. R.; MCRIST, A. I. Comparison of two selective media for the detection and enumeration of lactobacilli in human faeces. *Journal of Microbiological Methods*, v. 51, p. 313-321, 2002.
- KAUR, I. P.; CHOPRA, K.; SAINI, A. Probiotics: potential pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 15, p. 1-9, 2002.
- KINOUCI, F. L. "Iogurte" de soja como coadjuvante no tratamento de câncer de mama. 2006. 85f. Tese (Doutorado em Análises Clínicas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.
- KHEDID, K.; FAID, M.; MOKHTARI, A.; SOULAYMANI, A.; ZINEDINE, A. Characterization of lactic acid bacteria isolated from the one humped camel milk produced in Morocco. *Microbiological Research*, v. 164, p. 81-91, 2009.
- LACETERA, N.; BERNABUCCI, U.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *American Journal of Veterinary Research*, v. 57, p. 1776-1780, 1996.
- LEROY, F.; De VUYST, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, v. 15, p. 67-78, 2004.
- LÓPEZ-BREA, M.; DOMINGO, D. Antibioticoterapia con probióticos. *Revista Española de Quimioterapia*, v. 20, p. 170-181, 2007.
- MENON, K. C.; SKEAFF, S. A.; THOMSON, C. D.; GRAY, A. R.; FERGUSON, E. L.; ZODPEY, S.; SARAF, A.; DAS, P. K.; TOTEJA, G. S.; PANDAV, C. S. Concurrent micronutrient deficiencies are prevalent in nonpregnant rural and tribal women from central India. *Nutrition*, v. 27, p. 496-502, 2011.
- MONTEIRO, D. A.; RANTIN, F. T.; KALININ, A. L. Uso do selênio na dieta de matrinxã, *Brycon cephalus*. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 8, n. 1, p. 32-47, 2007.
- MUNIZ-NAVEIRO, O.; DOMINGUEZ-GONZALEZ, R.; BERMEO-BARRERA, A.; COCHO, J. A.; FRAGA, J. M.; BERMEO-BARRERA, P. Determination of total selenium and selenium distribution in the milk phases in commercial cow's milk by HG-AAS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 381, p. 1145-1151, 2005.
- MOSKOVITZ, J.; SINGH, V.K.; REQUENA, J.; WILKINSON, B.J.; JAYASWAL, R.K.; STADTMAN, E.R. Purification and characterization of methionine sulfoxide reductases from mouse and *Staphylococcus aureus* and their substrate stereospecificity. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 290, p. 62-5, 2002.
- NAVARRO-ALARCON, M.; CABRERA-VIQUE, C. Selenium in food and the human body: a review. *Science of the Total Environment*, v. 400, p. 115-141, 2008.
- NOGUEIRA, C. W.; QUINHONES, E. B.; JUNG, E. A. C.; ZENI, G.; ROCHA, J. B. T. Antiinflammatory and antinociceptive activity of diphenyl diselenide. *Inflammation Research*, v. 52, p. 56-63, 2003.
- NUENO-PALOP, C.; NARBAD, A. Probiotic assessment of *Enterococcus faecalis* CP58 isolated from human gut. *International Journal of Food Microbiology*, v. 145, p. 390-394, 2011.
- NYMAN, D. W.; STRATON, N. S.; KOPLLIN, M. J. Selenium and selenomethionine levels in prostate cancer patients. *Cancer Detection and Prevention*, v. 28, p. 8-16, 2004.

- PAPP, L. V., LU, J., HOLMGREN, A.; KHANNA, K. K. From selenium to selenoproteins: synthesis, identity, and their role in human health. *Antioxidants and Redox Signaling*, v. 9, p. 775-806, 2007.
- PELÍCIA, K.; MENDES A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C.; TAKAHASHI, S. E.; GARCIA, R. G.; MOREIRA, J.; PAZ, I. C. L. A.; QUINTEIRO, R. R.; KOMIYAMA, C. M. Probiotic and prebiotic utilization in diets for free-range broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 6, n. 2, p. 99-104, 2004.
- PIENIZ, S. Avaliação das atividades antimicrobianas, antioxidante e capacidade de bioacumulação de selênio em células de *Enterococcus*. 2010. 108f. (Dissertação de Mestrado) – Instituto de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- PIENIZ, S.; OKEKE, B.C.; ANDREAZZA, R.; BRANDELLI, A. Evaluation of selenite bioremoval from liquid culture by *Enterococcus* species. *Microbiological Research*, v. 166, p. 176-185, 2011.
- PONCE de LEON, C. A.; BAYON, M. M.; PAQUIN, C.; CARUSO, J. A. Selenium incorporation into *Saccharomyces cerevisiae* cells: A study of different incorporation methods. *Journal of Applied Microbiology*, v. 92, p. 602-610, 2002.
- PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A. M.; OKSMAN-CALDEN-TEY, K. M.; MYLLARINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POUTANEN, K. Development of functional ingredients for gut health. *Trends Food Science and Technology*, v. 13, p. 3-11, 2002.
- RAYMAN, M. P. The importance of selenium to human health, review. *The Lancet*, v. 356, p. 233-241, 2000.
- RAYMAN, M. P. The argument for increasing selenium intake. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 61, p. 203-240, 2002.
- REN, Y.; WANG, Q.; SHI, L.; YUE, W.; ZHANG, C.; LEI, F. Effects of maternal and dietary selenium (Se-enriched yeast) on the expression of p34cdc2 and CyclinB1 of germ cells of their offspring in goats. *Animal Reproduction Science*, v. 123, p. 187-191, 2011.
- RIPAMONTI, B.; AGAZZI, A.; BERSANI, C.; DEA, P.; PECORINI, C.; PIRANI, S.; REBUCCI, R.; SAVOINI, G.; STELLA, S.; STENICO, A.; TIRLONI, E.; DOMENEGHINI, C. Screening of species-specific lactic acid bacteria for veal calves multi-strain probiotic adjuncts. *Anaerobe*, v. 17, p. 97-105, 2011.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 42, p. 1-16, 2006.
- SERVIN, A. L.; COCONIER, M. Adhesion of probiotic strains to the intestinal mucosa and interaction with pathogens. *Best Practice and Research*, v. 17, p. 741-754, 2003.
- SIVIERI, K.; CANO, V. P. S.; VALENTINI, S. R. ROSSI, E. A. Demonstration of the cellular viability and safety of *Enterococcus faecium* CRL 183 in long-term experiments. *Le Lait - Dairy Science and Technology*, v. 87, p. 59-69, 2007.
- SONN, G. A.; ARONSON, W.; LITWIN, M. S. Impact of diet on prostate cancer: a review. *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*, v. 8, p. 304-310, 2005.
- TOMA, M. A. M.; POKROTNIEKS, J. Probiotics as functional food: microbiological and medical aspects. *Acta Universitatis Latviensis*, v. 710, p. 117-129, 2006.
- TUOHY, K.M.; PROBERT, H. M.; SMEJKAL, C. W.; GIBSON, G. R. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today*, v. 8, p. 692-700, 2003.
- VISSER, J.; LABADARIOS, D.; BLAAUW, R. Micronutrient supplementation for critically ill adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition*, v. 27, p. 745-758, 2011.
- WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W. Z.; DONG, Q.; YANG, X. M.; HE, D. C.; ZHANG, P.; DONG, K. H.; HUANG, Y. X. Effects of selenium yeast on rumen fermentation, lactation performance and feed digestibilities in lactating dairy cows. *Livestock Science*, v. 126, n. 1, p. 239-244, 2009.
- WHANGER, P. D. Selenium and its relationship to cancer: an update. *British Journal of Nutrition*, v. 91, p. 11-28, 2004.
- ZUBERBUEHLER, C. A.; MESSIKOMMER, R. E.; ARNOLD, M. M.; FORRER, R. S.; WENK, C. Effects of selenium depletion and selenium repletion by choice feeding on selenium status of young and old laying hens. *Physiology & Behavior*, v. 87, p. 430-440, 2006.

Avaliação da aplicação de composto de lixo urbano e lodo de esgoto em dois solos diferentes¹

Cláudio Henrique Kray², Marino José Tedesco³, Carlos Alberto Bissani³,
Leandro Bortolon⁴, Robson Andreazza^{4*}, Clesio Gianello³

Resumo – O descarte de resíduos com alta carga orgânica no solo pode ser uma alternativa para reduzir o seu potencial poluidor. O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de decomposição de composto de lixo urbano e de lodo de esgoto aplicados em dois solos diferentes e seus efeitos. A atividade microbiana foi avaliada por respirometria de amostras de solo com adição de diferentes doses de composto de lixo urbano e lodos de esgoto, incubados durante dois anos, sendo utilizados dois solos (Argissolo e Latossolo). Os resíduos foram aplicados quatro vezes em dois anos, com a adição de composto de lixo urbano, lodo de esgoto; um tratamento adicional com o dobro desta dose de resíduo com adição de metais (Cu, Zn, Cd, Ni e Pb), juntamente comparados com um tratamento com adubação mineral completa e uma testemunha. Os resultados obtidos mostram o aumento da atividade microbiana do solo pela adição de lodo de esgoto, composto orgânico e adubação mineral, variando conforme as doses aplicadas. O enriquecimento dos resíduos com metais pesados não influenciou a atividade microbiana. Nas taxas de aplicação mais altas, a mineralização dos resíduos foi, na média, de 14,5 % para o composto de lixo e de 28,7 % para o lodo de esgoto, com pequenas variações entre solos.

Palavras-chave: C-CO₂, composto de lixo urbano, lodo de esgoto, ETE.

Evaluation of the urban waste and sewage sludge application in two different soils

Summary – Land disposal of the wastes with high organic content can be an efficient alternative to reduce its pollutant potential. The aim of this study was to evaluate the decomposition rate of the urban waste and sewage sludge applied in two soils and their effects. The microbial activity was evaluated for the respirometric method after addition of the different residues and concentrations in two soils (Hapludult and Paleudult). The residues were applied four times in two years at the different rates of the urban waste, sewage sludge, and mineral fertilization. An additional treatment with 2-fold residue concentration over the higher rate of the residues, enriched with metals (Cu, Zn, Cd, Ni and Pb) was also included. Results exhibited an increase of the microbial activity in the soils after application of the urban waste, sewage sludge, mineral treatment, varying with the different doses. The residues' enrichment with heavy metals did not affect the microbial activity. In the highest application rate, the mineralization of residues were 14.5 % for the urban waste and 28.7 % for the sewage sludge, with small differences between soils.

Key words: C-CO₂, urban waste, sewage sludge, ETE.

¹ Manuscrito submetido em 13/04/2011 e aceito para publicação em 27/10/2011.

² Eng. Agr., Dr., Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RS, Campus Restinga, Porto Alegre. Caixa Postal 772. *E-mail:* claudio.kray@restinga.ifrs.edu.br.

³ Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, CEP 90001-970, Porto Alegre (RS).

⁴ Eng. Agr., Dr., Pós-Doutorando Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bolsista CAPES-REUNI. Av. Bento Gonçalves 7712, CEP 90001-970, Porto Alegre (RS).

**E-mail:* robsonandreazza@yahoo.com.br.

Introdução

A aplicação de resíduos urbanos em solos agrícolas vem sendo utilizada de forma crescente em nível mundial, sendo uma alternativa ambientalmente e economicamente viável (PEREIRA et al., 2008; PIRES et al., 2011). Devido a suas características físicas, químicas e biológicas, o solo propicia as condições necessárias para a biodegradação de resíduos orgânicos e retenção dos metais pesados e outros poluentes (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). O material orgânico pode disponibilizar nutrientes, como o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), para as plantas e microrganismos, melhorando os atributos químicos e físicos do solo pela adição de matéria orgânica (BOEIRA e MAXIMILIANO, 2009; NOGUEIRA et al., 2011). Entretanto, a dose a ser adicionada não pode causar efeitos prejudiciais ao ambiente.

A decomposição de resíduos orgânicos adicionados ao solo pode ser avaliada pela atividade microbiana por meio da quantificação do CO_2 liberado pelos microrganismos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Estudos realizados em laboratório permitem avaliações em uma situação mais controlada e rápida, em condições ideais para a degradação. No entanto, embora os experimentos de respirometria sejam amplamente utilizados para avaliar a mineralização de materiais orgânicos, deve-se considerar que estudos de curto prazo, frequentemente conduzidos nessas condições, são limitados para a extrapolação de seus resultados às condições de campo (HSIEH et al., 1981).

Resíduos de lixo urbano e lodos de esgoto podem ser importantes fontes de nutrientes, contudo, quando aplicados indiscriminadamente podem contribuir com o efeito estufa pela liberação de CO_2 , onde a utilização adequada pode ser uma alternativa ambientalmente adequada (GENG et al., 2010). A utilização de compostos orgânicos, como resíduos de lixo urbano e lodos de esgoto em solos agrícolas pode ser uma opção viável para reduzir o impacto ambiental. Para se determinar a capacidade que um determinado solo pode receber de um substrato é necessário quantificar a taxa de decomposição destes resíduos. Em virtude disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de decomposição do lodo de esgoto de estação de tratamento de esgoto (ETE) e do composto de lixo urbano adicionado em dois solos em quatro períodos de tempo, durante dois anos.

Material e Métodos

No presente trabalho, a estimativa da atividade microbiana foi avaliada pela determinação do car-

bono (CO_2) liberado em um período de 631 dias, em quatro etapas, sendo uma aplicação inicial e três reaplicações dos tratamentos, de seis em seis meses. Foram utilizados dois solos classificados como Latossolo Vermelho distroférico nitossólico (LVd) e Argissolo Vermelho distrófico arênico (PVd) (EMBRAPA, 1999), sem histórico de cultivo recente.

As doses dos resíduos foram adicionadas com base no teor de N total dos resíduos e de acordo com o teor de N necessário para a cultura do milho (COMISSÃO, 2004). Os tratamentos utilizados foram: 1- Controle (sem composto e sem adição de NPK); 2- NPK mais calcário para atingir pH 6,0 (NPK + calc.); 3- Composto de lixo urbano mais PK (CI); 4- Uma vez e meia (1,5) a quantidade de lixo urbano utilizada no tratamento 3 mais PK (CII); 5- Três vezes a quantidade de composto de lixo urbano utilizada no tratamento 3 mais PK, mais metais pesados (CIII); 6- Lodo de esgoto mais PK (LI); 7- Uma vez e meia (1,5) a quantidade de Lodo de esgoto utilizada no tratamento 6 mais PK (LII); 8- Três vezes a quantidade de Lodo de esgoto utilizada no tratamento 6 mais PK, mais metais pesados (LIII). O composto de lixo urbano (CI) foi adicionado nas doses de 23,7, 11,9, 28,4 e 14,2 t ha^{-1} na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª aplicação respectivamente. O lodo de esgoto (LI) foi adicionado nas doses de 9,3, 4,6, 11,6 e 5,8 t ha^{-1} na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª aplicação respectivamente. Nos tratamentos (CI), (CII) e (CIII), estimou-se que 75, 50 e 25 % do N total do resíduo, respectivamente, estariam disponíveis para cada cultivo. O mesmo critério foi adotado para os tratamentos (LI), (LII) e (LIII). Devido ao espaço de tempo entre o início e o final do experimento, foram utilizadas duas remessas de resíduos. Os atributos químicos dos resíduos são apresentados na Tabela 1.

No tratamento com calagem e adubação mineral, foi inicialmente adicionado $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (3:1) e N, P e K nas forma de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, conforme recomendação da COMISSÃO (2004). Nos tratamentos com doses mais baixas de resíduos, foi feita a suplementação de P_2O_5 solúvel e aplicada a quantidade total de K_2O recomendada. Na 1ª e 3ª aplicações, no tratamento com NPK, foram adicionados 160 kg ha^{-1} de nitrogênio, 130 kg ha^{-1} de fósforo (P_2O_5) e 100 kg ha^{-1} de potássio (K_2O), com a adubação de NPK na forma de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio respectivamente. Já na 2ª e 4ª aplicações, foram adicionados 80 kg ha^{-1} de nitrogênio, 100 kg ha^{-1} de fósforo (P_2O_5) e 120 kg ha^{-1} de potássio (K_2O).

Nos tratamentos com composto de lixo urbano dose III, e lodo de esgoto dose III, as quantidades dos metais pesados adicionados na forma de sais

Tabela 1 - Propriedades físicas e químicas do Argissolo (PVd) e Latossolo (LVd) na camada superficial e dos resíduos de composto de lixo urbano e lodo de esgoto.

Atributos ⁽¹⁾	Solos			
	PVd		LVd	
pH em água (1:1)	4,5		5,1	
P (Mehlich-1), mg dm ⁻³	1,6		2,7	
K (Mehlich-1), mg dm ⁻³	24		69	
Matéria orgânica, g dm ⁻³	13		24	
Ca trocável, cmol _c dm ⁻³	0,5		3,7	
Mg trocável, cmol _c dm ⁻³	0,2		1,6	
H+Al, cmol _c dm ⁻³	3,6		4,3	
CTC, cmol _c dm ⁻³	4,4		9,9	
Teor de argila, g dm ⁻³	130		540	
	Composto de Lixo Urbano ⁽²⁾		Lodo de Esgoto ⁽²⁾	
	2002	2003	2002	2003
Teor de sólidos, g dm ⁻³	700	720	140	150
pH em água (1:1)	9,1	9	7,3	7,1
Carbono orgânico, g kg ⁻¹	86	80	220	200
N total, g kg ⁻¹	8,2	7,6	23	19
P total, g kg ⁻¹	3,2	3	4,5	4,2
Cu total, mg kg ⁻¹	54	51	1200	1190
Zn total, mg kg ⁻¹	154	150	778	753
Cd, mg kg ⁻¹	<2	<2	<2	<2
Ni, mg kg ⁻¹	21	22	20	19
Pb, mg kg ⁻¹	27	29	85	88
Valor de neutralização, g kg ⁻¹	6,2	5,8	3,4	3,2

⁽¹⁾ Atributos determinados através de metodologias descritas por Tedesco et al. (1995).
⁽²⁾ Determinações realizadas em material seco a 75 °C.

somadas à adição dos mesmos pelos resíduos orgânicos foram calculadas para atingir as quantidades limites, em kg ha⁻¹, para aplicação no solo, sugeridas por Rodrigues et al. (1993), para áreas experimentais, sendo: chumbo (PbCl₂): 1.000 mg kg⁻¹; zinco (ZnCl₂): 560 mg kg⁻¹; cobre (CuCl₂): 280 mg kg⁻¹; níquel (NiCl₂): 70 mg kg⁻¹; e cádmio (CdCl₂): 5,0 mg kg⁻¹. As quantidades totais dos metais foram fracionadas em quatro aplicações e adicionadas juntamente com os resíduos nas aplicações dos tratamentos.

Para o teste de respirometria foram utilizados 200 g (peso seco) de solo. Após a pesagem, foram adicionados os respectivos tratamentos e imediatamente foram acondicionados nos frascos de incubação de vidro (com volume de 1 L). Sobre a superfície do solo de cada frasco foi colocado um suporte de inox para os frascos de polietileno (para não ter

o contato do solo com o frasco), contendo um copo de polietileno (50 mL) com 20 mL de solução de 0,5 M NaOH, e o frasco de incubação foi hermeticamente fechado. A intervalos variáveis, os frascos de polietileno contendo NaOH foram retirados dos frascos de incubação para a determinação do CO₂ liberado, adicionando-se 1,0 mL de uma solução de BaCl₂ (2,5 g L⁻¹) e três gotas de fenolftaleína (0,5 g L⁻¹); em seguida o excesso de NaOH, ou seja, a fração não consumida na reação com CO₂ foi titulada com solução padronizada de 0,5 M HCl (STOTZKY, 1965). Foram utilizadas duas repetições para cada tratamento e mais duas provas em branco. A liberação de CO₂, em mg de C-CO₂ kg⁻¹ de solo, foi calculada pela fórmula:

$$\text{CO}_2 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)} = (V_B - V_A) \times M \times E \times 5 \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

V_B = volume de HCl gasto na titulação da prova em branco;

V_A = volume de HCl gasto na titulação da amostra;

M = molaridade do HCl ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$);

E = peso equivalente grama do carbono (6).

5 = transformação para kg de CO_2 , por ter sido usada 200 g de solo.

No final de cada etapa, antes da reaplicação dos tratamentos foi retirada uma amostra de solo de cada unidade experimental. Nessas amostras foram determinados: teor de umidade, pH do solo e os teores de nitrogênio inorgânico (NH_4^+ e NO_3^-), conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e aos testes estatísticos de comparação de médias múltiplas de Tukey, com nível de probabilidade de diferenças estatísticas menores que 5 % ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

As quantidades cumulativas totais de CO_2 estão apresentadas nas Figuras 1A e 1B. Os resultados mostram aumento da atividade microbiana com adição de lodo de esgoto, composto de lixo urbano e adubação mineral, variando conforme as doses aplicadas. Nas quatro aplicações dos resíduos, a maior parte do CO_2 foi liberado na fase inicial de cada etapa, em todos os tratamentos em ambos os solos. Este fato indica que as maiores taxas de respiração dos microrganismos do solo com adição de materiais orgânicos ocorrem nos primeiros dias após a aplicação (METZGER e YARON, 1987), conforme a dinâmica das populações microbianas heterotróficas, as quais oxidam, inicialmente, os compostos mais simples, ocorrendo um rápido desprendimento do carbono (ATLAS e BARTHA, 1997). Os compostos mais complexos e de difícil decomposição são a seguir metabolizados com menores taxas de desprendimento de CO_2 (ALEXANDER, 1977; ATLAS e BARTHA, 1997).

A menor quantidade de CO_2 liberado em todas as etapas foi determinada no tratamento testemunha. A degradação é favorecida pelo manuseio e desagregação do solo, tornando os compostos orgânicos mais suscetíveis aos microrganismos, conseqüentemente, ocorre aumento da taxa respiratória. Essa mineralização foi estimulada no tratamento

com adição de NPK + calcário, pelo incremento do índice pH e do suprimento de nutrientes, indicando o alto potencial de degradação da matéria orgânica do solo em condições favoráveis. A decomposição do lodo de esgoto no solo aumentou a liberação de CO_2 . Em ambos os solos, o tratamento com a adição de lodo de esgoto na dose III, proporcionou a maior liberação acumulada de CO_2 , seguido do tratamento com a adição de lodo de esgoto na dose II (Figuras 1A e 1B).

Em geral, nos tratamentos com lodo de esgoto, as maiores quantidades de CO_2 foram determinadas nas etapas iniciais, nos dois solos, indicando uma redução da atividade microbiana ao longo do tempo. A adição de metais pesados ao solo (Pb, Cu, Zn, Ni e Cd) na forma de sais solúveis não afetou a atividade microbiana avaliada pela liberação de CO_2 , em todas as etapas, em ambos os solos. Embora altas concentrações de metais pesados possam afetar a composição dos microrganismos, reações bioquímicas e a biodisponibilidade dos metais (ALEXANDER, 1997).

Os tratamentos com adição de composto de lixo urbano liberaram CO_2 em uma taxa inferior à determinada nos tratamentos com lodo de esgoto, em todas as etapas e nos dois solos. Na 1ª etapa do experimento, no Argissolo, os tratamentos CI e CII, e no Latossolo, todos os tratamentos com composto orgânico apresentaram uma liberação acumulada inferior ao tratamento com adição de calcário + NPK (Figuras 1A e 1B). Em experimento a campo, Ferreira et al. (2003) atribuíram o menor valor de P disponível à imobilização microbiana de P na decomposição de serragem cromada.

A degradação do material orgânico adicionado ao solo foi maior no lodo de esgoto (Tabela 2). Isso ocorreu pela maior biodegradabilidade dos seus compostos carbonados, por ser um material ainda não completamente estabilizado. Entre os solos, a maior degradação foi determinada no Latossolo. A diferença entre os solos pode estar relacionada à capacidade de utilização de substratos orgânicos pela microbiota do solo, teor de argila, aeração, entre outros. Conforme Øvreås e Torsvik (1998), solos com maiores teores de matéria orgânica e argila apresentam maiores quantidade e diversidade microbiana do que solos com baixos teores de matéria orgânica.

A fração degradada diminuiu com o aumento da dose dos dois resíduos adicionados, em ambos os solos (Tabela 2). Interação negativa entre a taxa de mineralização e a dose de resíduo aplicada ao solo também foi observada por Guenzi et al. (1978). Ao final de todas as etapas de incubação, os menores

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO
E LODO DE ESGOTO EM DOIS SOLOS DIFERENTES

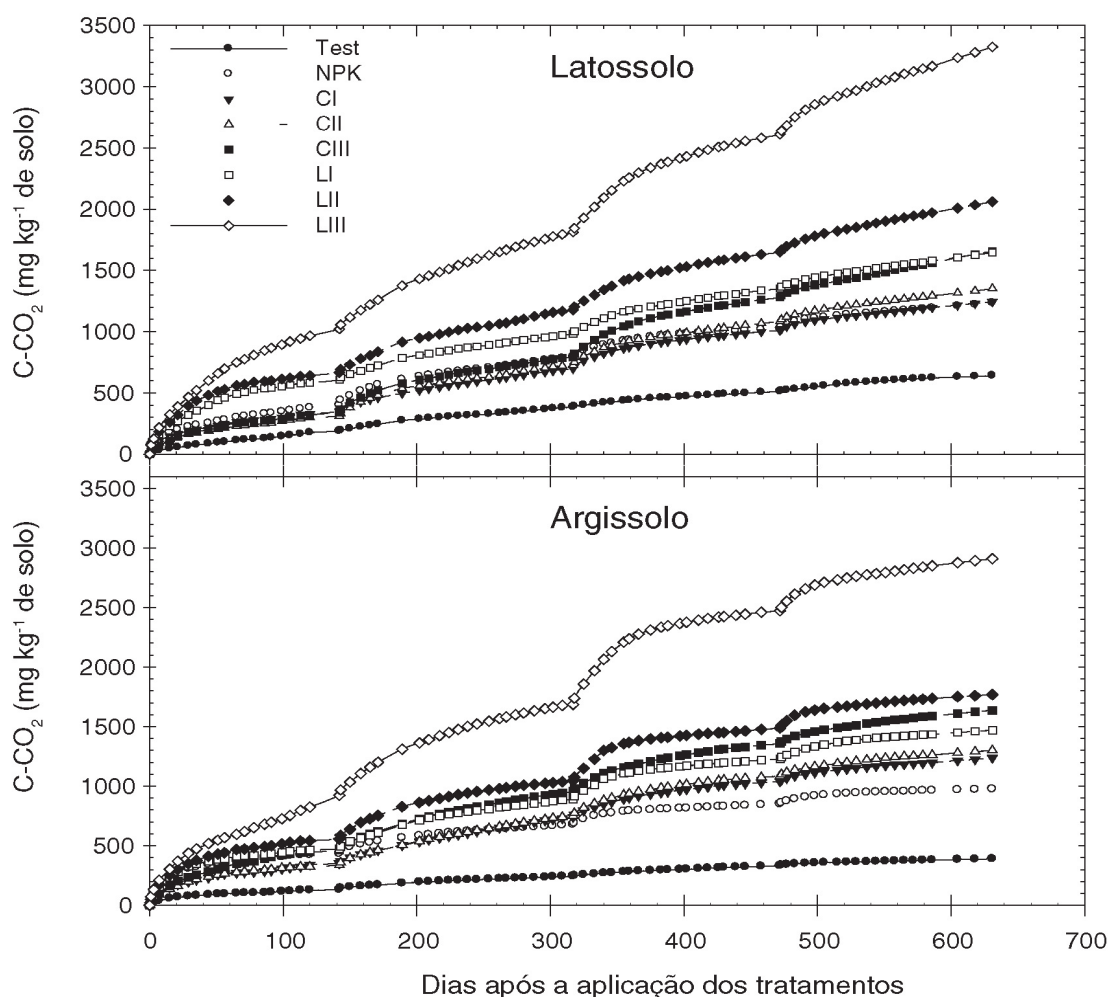


Figura 1. Quantidade cumulativa total de carbono ($C-CO_2$) volatilizado em solo Argissolo com adição de resíduos orgânicos nas quatro aplicações sucessivas (a). Quantidade cumulativa total de carbono (CO_2) volatilizado em Latossolo com adição de resíduos orgânicos nas quatro aplicações sucessivas (b)

teores de N mineralizados foram determinados nos tratamentos testemunha. Nesses tratamentos os teores de N provêm da decomposição da matéria orgânica do solo. Entre os solos, os maiores teores de N mineralizados foram determinados no Latossolo, devido ao seu maior teor de matéria orgânica.

Nos tratamentos com adição de lodo de esgoto, o teor de N aumentou, pelas adições desse resíduo, aumentando com as quantidades adicionadas. As grandes quantidades acumuladas são devidas às adições na forma mineral e à fração mineralizada (Tabela 2). Os aumentos dos teores de N mineral nos tratamentos com adição de composto de lixo urbano foram menores do que com a adição de lodo de esgoto (Tabela 2). A mineralização do N dos compostos orgânicos é afetada pela sua relação

C:N, dependendo, entretanto, do grau de estabilização do material (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Nos tratamentos com adição de lodo de esgoto no Argissolo, nas doses LI, LII e LIII, aproximadamente 37, 34 e 33 % respectivamente do N orgânico incorporado foi mineralizado. Já no Latossolo a mineralização foi de aproximadamente de 47, 42 e 40 % nos tratamentos LI, LII e LIII respectivamente, indicando a maior degradabilidade deste material. No tratamento com adição da maior dose de lodo (LIII) os teores de N mineralizados foram superiores aos determinados nos tratamentos com calcário + NPK, nos dois solos (Tabela 2). Nos tratamentos com a adição de Pb, Cu, Zn, Ni e Cd ao solo na forma de sais solúveis, foram observados os maiores teores de N. Dessa forma, não há indicação de que

Tabela 2 – Percentual de carbono degradado (C-degradado), N-mineralizado e pH do solo após a aplicação dos resíduos de composto de lixo urbano e lodo de esgoto de estação de tratamento de esgoto (ETE) em três doses aplicados em dois solos (Argissolo (PVd) e Latossolo (LVd)).

Tratamentos	C-degradado (%)	N-mineralizado (%)	pH (1:1)
Solo PVd			
1- Controle	--	--	5,1 c
2- Calcário+NPK	--	--	6,7 a
3- Comp. Lixo dose I	23,2 c*	15,9 c	6,7 a
4- Comp. Lixo dose II	15,8 d	11,8 d	6,7 a
5- Comp. Lixo dose III ⁽¹⁾	11,3 e	8,2 d	6,6 a
6- Lodo de ETE dose I	31,2 a	37,2 a	5,9 b
7- Lodo de ETE dose II	26,2 b	34,2 ab	5,7 b
8- Lodo de ETE dose III ⁽¹⁾	24,0 c	33,3 b	5,2 c
Solo LVd			
1- Controle	--	--	5,0 c
2- Calcário+NPK	--	--	5,6 b
3- Comp. Lixo dose I ⁽¹⁾	18,6 d	16,0 c	6,0 a
4- Comp. Lixo dose II	13,2 e	12,9 c	6,1 a
5- Comp. Lixo dose III ⁽²⁾	8,7 f	8,8 d	6,1 a
6- Lodo de ETE dose I	36,3 a	46,5 a	5,0 c
7- Lodo de ETE dose II	31,2 b	42,2 b	4,7 c
8- Lodo de ETE dose III ⁽¹⁾	28,6 c	4,04 b	4,1 d

⁽¹⁾ As diferentes doses correspondem a 75, 50 e 25 % do N total dos resíduos nas doses I, II e III respectivamente.
⁽²⁾ Com adição de Cd, Cu, Ni, Pb e Zn na forma de sais solúveis.
* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) em cada solo.

estas quantidades de metais tenham afetado negativamente a atividade microbiana.

A acidez dos solos foi corrigida na primeira etapa visando pH 6,0; nos tratamentos com adição de resíduos a quantidade de corretivo indicada pelo valor de neutralização dos mesmos foi subtraída da dose de calcário adicionada. Os valores de pH nos tratamentos com calcário + NPK, em ambos os solos, evidenciam os processos naturais de acidificação do solo, favorecidos pela adição de ureia e de superfosfato triplo na adubação.

Os efeitos da aplicação do composto de lixo urbano sobre o pH do solo são apresentados na Tabela 2. Em geral, os valores de pH do solo aumentaram em função da reaplicação e da dose, o que sugere um efeito crescente sobre o pH, através de aplicações sucessivas do resíduo. Aumentos no índice pH em decorrência da aplicação de composto de lixo urbano foram também observados por Oliveira (2000).

O lodo de esgoto apresentou potencial de acidificação do solo. O efeito acidificante do lodo de

esgoto foi observado em todas as doses, em ambos os solos, sendo mais evidente nas doses mais elevadas (Tabela 2). O poder de acidificação dos resíduos está relacionado com o comportamento de sua carga orgânica no solo. Pietz et al. (1989) atribuem a acidificação à nitrificação do nitrogênio amoniacal e à oxidação de sulfetos. Chang et al. (1991) atribuem a redução do pH à nitrificação do amônio e à produção de ácidos durante a decomposição.

Conclusões

Aplicações sucessivas de composto de lixo urbano aumentaram o pH dos solos, já a aplicação de lodo de esgoto diminuiu o pH devido à baixa estabilidade deste composto orgânico. O enriquecimento do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano com metais na forma de sais solúveis (Cu, Zn, Pb, Cd e Ni) não afetou a atividade microbiana em ambos os solos estudados. Além disso, a decomposição

dos resíduos, avaliados tanto pela liberação de CO₂ como pela liberação de nitrogênio, diminuiu as quantidades do material orgânico adicionado.

Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas de estudo.

Referências

- ALEXANDER, M. I. H. Introduction to soil microbiology. New York: John Wiley, 1977. 472p.
- ATLAS, R. M.; BARTHA, R. Microbial Ecology: Fundamentals and Applications. 4 ed. Menlo Park: Benjamin/Cummings Science Publishing, 1997. 694p.
- BOEIRA, R. C.; MAXIMILIANO, V. C. B. Mineralização de compostos nitrogenados após aplicações de lodos de esgoto em quatro cultivos de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 207-218, 2009.
- CHANG, C.; SOMMERFELDT, T. G.; ENTZ, T. Soil chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. *Journal of Environmental Quality*, v. 20, p. 475-480, 1991.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 755-763, 2003.
- GENG, Y.; TSUYOSHI, F.; CHEN, X. Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 993-1000, 2010.
- GUENZI, W. D.; BEARD, W. E.; WATANABE, F. S. et al. Nitrification and denitrification in cattle manure – amended soil. *Journal of Environmental Quality*, v.7, p.406-412, 1978.
- HSIEH, Y. P.; DOUGLAS, L. A.; MOTTO, H. L. Modeling sewage sludge decomposition in soil: 1. organic carbon transformation. *Journal of Environmental Quality*, v. 10, p. 54-59, 1981.
- METZGER, L.; YARON, B. Influence of sludge organic matter on soil physical properties. *Advances in Soil Science*, v. 7, p. 141-163, 1987.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
- NOGUEIRA, F. G. E.; CASTRO, I. A.; BASTOS, A. R. R.; SOUZA, G. A.; CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA, L. C. A. Recycling of solid waste rich in organic nitrogen from leather industry: Mineral nutrition of rice plants. *Journal of Hazardous Materials*, v. 186, p. 1064-1069, 2011.
- OLIVEIRA, F. C. Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Piracicaba: ESALQ, 2000. 247 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.
- ØVREÅS, L.; TORSVIK, V. Microbial diversity and community structure in two different soil agricultural communities. *Microbial Ecology*, v. 36, p. 303-315, 1998.
- PEREIRA, W. C.; SILVA, D. M.; CARVALHO, J. O.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; RAVELLI NETO, A.; BÔAS, R. C. V. Alternativas de utilização de resíduos sólidos alcalinos na disposição de resíduos contaminados: estudo de caso no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 13, n. 2, p. 163-170, 2008.
- PIETZ, R. I.; CARLSON, C. R.; PETERSON JÚNIOR, J. R.; ZENZ, D. R.; LUE-HING, C. Application of sewage sludge and other amendments to coal refuse material; III. Effects on percolate water composition. *Journal of Environmental Quality*, v. 18, p. 174-179, 1989.
- PIRES, A.; MARTINHO, G.; CHANG, N. B. Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management*, v. 92, p. 1033-1050, 2011.
- RODRIGUES, A. L. M.; ANGHINONI, M. C. M.; TEDESCO, M. J. Critérios técnicos para disposição no solo de resíduos sólidos de curtume. In: CONGRESSO DA UNIÃO INTER-NACIONAL DOS QUÍMICOS E TÉCNICOS DA INDÚSTRIA DO COURO, 22., 1993, Porto Alegre. Boletim. Porto Alegre: FEPAM, 1993. 14 p.
- STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A. (Ed) Methods of soil analysis. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 1551-1572. Chemical and microbiological properties (Agronomy Series, 9).
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. Análises de solos, plantas e outros materiais. 2. Ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

Eficiência agronômica de fertilizante de couro bovino hidrolisado como fonte de nitrogênio e teores de cromo em solo, água e planta¹

André Dabdab Abichequer², Bruno Brito Lisboa³, Bernadete Radin³,
Evelyn Penedo Dorneles⁴, Luciano Kayser Vargas³, Fábio Almeida Iranço⁵,
Maico Paulo Alflen⁶, Rafael Lorscheiter⁷, Vitor Hugo Zanotelli⁶,
Viviane Reginaldo de Oliveira⁶ e Monique Presser Cigolini⁶

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência agronômica de um fertilizante de couro bovino hidrolisado (FCH) como fonte de N e o impacto ambiental decorrente do aporte de cromo ao solo com o uso deste fertilizante. O experimento foi realizado em casa de vegetação da Fepagro em Viamão (RS), com o cultivo de milho e de rabanete em vasos com três camadas separadas (0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade) de dois solos: Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro. Os tratamentos consistiram de duas doses de FCH, calculadas com base no seu teor de N: quantidade necessária para suprir o N para as culturas em estudo; metade das doses anteriores, complementadas com ureia para igualar as quantidades de N; e ureia como fonte padrão de N. Foram determinados nas plantas o rendimento de grãos ou bulbos, a massa seca da parte aérea e o teor de N na folha, além do teor de cromo na parte aérea, grãos e raízes. Após os cultivos, foi coletada água percolada pelo solo e amostras de solo das três camadas, para determinação de cromo. A eficiência agronômica do FCH foi semelhante à da ureia como fonte de N para o milho e o rabanete em ambos os solos, observando-se equivalência de rendimento de grãos e de bulbos e de teor de N na folha. Os teores de cromo nas partes comestíveis (grãos e bulbos) das plantas fertilizadas com o FCH não se diferenciaram dos teores das plantas cultivadas com ureia. O cromo, encontrado apenas na forma trivalente, ficou retido na camada superficial (0-20 cm) dos solos, onde houve aumento do seu teor com a aplicação de FCH, o que se refletiu na não-detecção de cromo na água percolada pelos vasos.

Palavras-chave: adubação orgânica, descarte de resíduos, adubação nitrogenada, farinha de couro, *Zea mays* L., *Raphanus sativus* L.

Agronomic efficiency of hidrolized cattle leather fertilizer as Nitrogen source and Chromium content in soil, water and plant

Summary – The objective of this work was to evaluate the agronomic efficiency of a hidrolized leather fertilizer (HLF) as N source and environmental impact resulting from addition of chromium to soil using this fertilizer. The work was conducted in a greenhouse from Fepagro, Viamão, RS, Brazil, with growing of corn and radish in pots with three separate layers (0-20, 20-40 and 40-60 cm of depth) of two soils: Ultisol and Oxisol. Treatments were two doses of HLF, calculated based on its N content: necessary dose to supply N to corn or radish; half of previous doses, complemented with urea to equate the amount of N applied; and urea as standard N source. In plants were determined grain or bulb yield, shoot dry mass and N content in leaves, besides chromium content in shoot, grains and roots. After cultivation, percolated water through the soil and soil samples from the three layers were collected for chromium determination. Agronomic efficiency of HLF was similar to urea as N source to corn and radish in both soils, resulting in similar grain or bulb yield and N leaf content. Chromium contents in edible parts (grains and bulbs) of plants fertilized with HLF were

¹ Trabalho financiado pela empresa JGB Equipamentos de Segurança S.A. Manuscrito submetido em 25/07/2011 e aceito para publicação em 05/01/1012.

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

³ Eng. Agr., Pesquisador(a) da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). Rua Gonçalves Dias 570, Porto Alegre, RS, CEP 90130-060.

⁴ Química, Técnica em Pesquisa do Laboratório de Química Agrícola da Fepagro.

⁵ Biólogo, Técnico em Pesquisa do Laboratório de Química Agrícola da Fepagro.

⁶ Estagiário(a) do Laboratório de Química Agrícola da Fepagro.

⁷ Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia da Fepagro.

not different to contents of plants fertilized with urea. Chromium, only in trivalent form, was retained in superficial layer (0-20 cm) of soils, where chromium content increased with HLF application, which resulted in no detection of chromium in percolated water through pots.

Key words: organic fertilization, residue discard, nitrogen fertilization, leather meal, *Zea mays* L., *Raphanus sativus* L.

Introdução

A manufatura do couro é uma importante atividade econômica para o Rio Grande do Sul, sendo geradora de renda e empregos. Porém, o curtimento do couro gera resíduos com alto potencial poluidor, principalmente quando é utilizado cromo como agente curtiente. Na região do Vale dos Sinos, são geradas pela indústria do couro cerca de 120000 t ano⁻¹ de resíduos sólidos Classe I (perigosos) (Fepam-RS, 2002). Entre as alternativas para o descarte e aproveitamento de resíduos de couro encontra-se sua disposição no solo como fertilizante orgânico, a qual pode, além de resolver o incômodo descarte desse resíduo, também tornar-se uma fonte de rendimento econômico para a cadeia produtiva do couro. Quanto ao agricultor, esse fertilizante pode tornar-se uma fonte alternativa de nutrientes para realizar a adubação das culturas a um custo mais acessível, quando a análise do solo demonstrar deficiência de nutrientes.

Fertilizante orgânico produzido a partir de resíduos de couro hidrolisados, também chamado de farinha de couro, é utilizado como fonte de N há muitos anos em países como Itália, Estados Unidos, Coreia e Polônia (CIAVATTA e GESSA, 1997; DELL'ABATE et al., 2003). Na Itália é o mais importante fertilizante nitrogenado orgânico, sendo aplicadas cerca de 60000 t ano⁻¹ (CIAVATTA e SEQUI, 1989; GOVI et al., 1996). O fertilizante de couro hidrolisado (FCH) é obtido através de hidrólise de resíduos de couro curtido (aparas de couro, farelo e pó resultantes do processamento do couro) em temperatura de cerca de 160° C, submetidos à pressão de vapor d'água, sendo que, após, a massa gelatinosa obtida é seca e transformada em fertilizante granulado (GOVI et al., 1996; RIBEIRO, 2006). Porém, o principal problema para a utilização de resíduos de couro hidrolisado como fertilizante são os teores elevados de cromo, que atingem cerca de 10000 a 30000 mg kg⁻¹ (GOVI et al., 1996), sendo que a legislação brasileira permite apenas 200 mg kg⁻¹ em fertilizantes orgânicos (MAPA, 2006). O resíduo de couro é composto predominantemente por materiais orgânicos de origem animal e sais inorgânicos usados no curtimento, principalmente o sulfato de cromo (RIBEIRO, 2006). Entre os nutrientes

fornechos pelo resíduo, o N é o que está presente em maior quantidade, devido à natureza proteica de grande parte dos constituintes. O P e o K são encontrados em baixas concentrações, enquanto o S aparece em concentrações altas, pelo uso de sais de S no curtimento e por ser um componente de proteínas (SELBACH et al., 1991).

A forma mais nociva de cromo para as plantas, animais e para a saúde humana é o cromo hexavalente, Cr⁶⁺, que é altamente solúvel no solo (CHANEY et al, 1997). No solo ocorrem as formas Cr⁶⁺ ou Cr³⁺, com predominância da segunda, que forma compostos estáveis com substâncias orgânicas, hidróxidos ou fosfatos ou é adsorvida pelas argilas. Por causa dessas reações, o Cr³⁺ é pouco móvel no solo na faixa de pH que ocorre normalmente (4,5 a 8,0) (SELBACH et al., 1991), o que reduz o risco de contaminação de água subsuperficial. A oxidação de Cr³⁺ a Cr⁶⁺ pode ocorrer, no entanto, em solos com baixos teores de matéria orgânica ou com matéria orgânica estabilizada (que não complexa o cromo), levemente ácidos e com presença de óxidos de Mn, que são reduzidos e permitem a oxidação do cromo (BARTLETT e KIMBLE, 1976; CHANEY et al, 1997; KOZUH et al., 2000). Assim, solos com diferentes teores de argila, matéria orgânica e óxidos de Mn podem responder de forma diferenciada à aplicação de resíduos de couro, proporcionando maior ou menor mobilidade do cromo.

Ribeiro (2006), em experimento em casa de vegetação em Campinas (SP), observou que a adubação de milho cultivado em um Latossolo Férrico e em um Latossolo Vermelho Amarelo com aplicação de FCH como fonte de N resultou na produção de massa seca da parte aérea, aos 45 dias após a semeadura, semelhante à adubação convencional com sulfato de amônio. Com relação ao cromo no solo, Ciavatta e Sequi (1989), em pesquisa em solo da Itália, observaram que a aplicação de FCH, que contém cromo na forma trivalente, não resultou em oxidação para a forma hexavalente e que o cromo permaneceu insolúvel no solo. Os mesmos autores verificaram que adições de Cr⁶⁺ resultaram em imediata redução para Cr³⁺ no solo. Selbach et al. (1991) cultivaram rabanete e sorgo fertilizados com lodo de curtume, resíduo da indústria do couro que também é fonte de N e apresenta teor elevado de

cromo, em vasos com um Argissolo Vermelho Amarelo. Quando foi realizada a suplementação com P e K, o rendimento de bulbos de rabanete com aplicação de lodo de curtume foi semelhante ao da adubação mineral. Quanto aos teores de cromo na parte aérea, no caso do rabanete houve aumento nas maiores doses de lodo de curtume; isto não ocorreu com o sorgo, cujos teores na parte aérea não diferiram da testemunha sem adubação. Os autores também analisaram a água de percolação pela coluna de solo no vaso, sendo que a mesma permaneceu abaixo dos limites de cromo para água potável. Ferreira et al. (2003) e Kray et al. (2008), em experimentos de campo, e Konrad e Castilhos (2002), em casa de vegetação, observaram que os rendimentos de grãos das culturas de soja e de milho nos tratamentos com adição de lodo de curtume acrescido de adubação fosfatada e potássica na forma mineral foram semelhantes aos obtidos no tratamento com calagem e adubação mineral.

Assim, a disposição de resíduos de couro processados na forma de fertilizante pode tornar-se uma alternativa viável, ambientalmente correta e que proporcione retorno econômico. Porém, há necessidade de pesquisa para avaliar tanto a sua eficiência agrônômica quanto a sua adequação ambiental em solo e clima brasileiros.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de um fertilizante de couro bovino hidrolisado como fonte de N e verificar se ocorre contaminação de solo, água e planta decorrente do aporte de cromo ao solo.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Pesquisa da Fepagro em Viamão

(RS), em um delineamento completamente casualizado, com quatro repetições. Foram usados dois solos: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (Embrapa, 2006), solo arenoso e com baixo teor de matéria orgânica, coletado no Centro de Pesquisa da Fepagro em Viamão (RS); e Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006), solo mais argiloso e com maiores teores de óxidos de Fe e Al e matéria orgânica, coletado no Centro de Pesquisa de Sementes da Fepagro em Júlio de Castilhos (RS). Os solos foram coletados em três camadas: de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm de profundidade, sendo a seguir secos ao ar e peneirados em malha de 5 mm. Os solos foram colocados em vasos de PVC de 30 cm de diâmetro e 70 cm de altura, com dreno para água percolada na parte inferior, conforme realizado por Selbach et al. (1991). Os solos foram dispostos no vaso em camadas de 20 cm separadas por tela plástica, conforme a sua sequência natural de campo. Foram retiradas amostras das três camadas de solo para análise dos teores de cromo antes da aplicação dos tratamentos, pelos seguintes métodos: Cr total, digestão nítrico-perclórica, com determinação por ICP-OES; Cr⁶⁺, digestão úmida/difenilcarbazida/colorimetria; Cr³⁺, por cálculo (diferença do cromo total e hexavalente). Os demais atributos químicos dos solos na camada de 0 a 20 cm foram analisados conforme Tedesco et al. (1995) e estão apresentados na Tabela 1.

Foram realizados dois cultivos: milho, por ser uma cultura de grande importância no Brasil; e rabanete, por desenvolver a parte comestível em contato com o solo, havendo maior risco de contaminação com cromo. O FCH avaliado no experimento foi produzido pela empresa JGB Equipamentos de Segurança S.A. O fertilizante é obtido pela hidrólise de resíduos de couro, sob temperatura de 130

Tabela 1 - Atributos químicos do solo Argissolo Vermelho-Amarelo e do solo Latossolo Vermelho na camada de 0 a 20 cm de profundidade.

	P	K	argila	MO	pH	SMP	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC pH 7	CTC efetiva
	-- mg dm ⁻³ --		--- g kg ⁻¹ ---		----- cmol _c dm ⁻³ -----							
Argissolo	4,0	33	170	16	5,0	6,4	0,5	0,9	0,6	2,8	4,4	2,2
Latossolo	5,7	27	420	30	4,4	5,0	2,3	1,4	0,6	13,7	16,0	4,6
	S	B	Zn	Cu	Mn	Na	Fe	Saturação CTC efetiva		Saturação bases		
	----- mg dm ⁻³ -----						g dm ⁻³		----- % -----		%	
Argissolo	7,6	0,96	0,7	0,8	25,3	3,0	1,4	0,6	22,8	36,0		
Latossolo	12,6	1,03	1,0	2,4	65,2	3,0	2,0	0,3	49,8	13,0		

a 160 °C e pressão de 700 a 800 kPa (RIBEIRO, 2006), e é apresentado na forma granulada. O FCH foi analisado conforme Tedesco et al. (1995), sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

Os tratamentos consistiram de duas doses de FCH como fonte de N, sendo uma integral e outra complementada com ureia, além de ureia como fonte padrão:

- a) T1 (FCH) = quantidade necessária para suprir o N para a cultura: milho (expectativa de rendimento de 7 t ha⁻¹): 1132 kg ha⁻¹ de FCH (base seca) no Latossolo e 1445 kg ha⁻¹ no Argissolo; rabanete: 431 kg ha⁻¹ de FCH no Latossolo e 462 kg ha⁻¹ no Argissolo.
- b) T2 (meia dose de FCH + meia dose de ureia) = metade do T1, complementada com ureia: milho: 566 kg ha⁻¹ de FCH + 52,5 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia no Latossolo; 722,5 kg ha⁻¹ de FCH + 62,5 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia no Argissolo; rabanete: 215,5 kg ha⁻¹ de FCH + 20 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia no Latossolo; 231 kg ha⁻¹ de FCH + 20 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia no Argissolo.
- c) T3 (ureia como fonte de N) = milho: 105 kg ha⁻¹ de N no Latossolo e 125 kg ha⁻¹ de N no Argissolo; rabanete: 40 kg ha⁻¹ de N no Latossolo e 40 kg ha⁻¹ no Argissolo.

Em todos os tratamentos os demais nutrientes (P e K) foram fornecidos na forma mineral e os solos foram corrigidos para pH 6,0, conforme recomendação de CQFS-RS/SC (2004): milho: 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo), 100 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 12,53 t ha⁻¹ de calcário filler com PRNT de 79 % no Latossolo; 170 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo), 90 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 1,77 t ha⁻¹ de calcário filler no Argissolo; rabanete: 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e 170 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) no Latossolo; 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e 130 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) no Argissolo.

O delineamento experimental foi completamente casualizado, com quatro repetições. Para a definição das doses de FCH, foi considerado o teor de N total no fertilizante e a proporção do N mineralizado e disponível às plantas do FCH, que foi avaliada em teste antes da instalação do experimento. Para tal, foram incubadas duas amostras de 200 g para cada um dos dois solos em câmara de crescimento, adicionando-se 1 g de FCH em uma delas. Após um período de 89 dias, analisou-se o N mineral nos solos com e sem aplicação de FCH, conforme Tedesco et al. (1995), e calculou-se a mineralização do N do FCH por diferença.

O FCH e o calcário foram misturados à camada de 0-20 cm dos solos 21 dias antes da semeadura do milho, no momento da instalação do experimento. A semeadura do milho foi realizada em 13/02/2008, utilizando-se o híbrido simples Pioneer P30R50, sendo semeadas três sementes por vaso, a 3 cm de profundidade. A adubação mineral foi aplicada na forma líquida, juntamente com a semeadura. No tratamento com ureia como fonte de N, em ambos os solos foi aplicada uma dose equivalente a 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura. A emergência das plantas ocorreu em 19/02/2008, sendo que dois dias após foi realizado o desbaste, deixando-se somente uma planta por vaso. Durante o cultivo do milho, a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo, com cerca de três irrigações manuais por semana. As adubações de cobertura com N mineral nos tratamentos com ureia e com meia dose de FCH + meia dose de ureia foram realizadas em duas vezes: no estádio de seis folhas (V6, segundo RITCHIE et al., 1993) e 30 dias após a primeira aplicação, conforme indicado por CQFS-RS/SC (2004). Na fase de pendramento (VT) do milho, foram retiradas amostras da folha oposta e abaixo da espiga, conforme CQFS-RS/SC (2004). Após secagem em estufa a 65° C, as amostras foram moídas e analisadas para determinação do teor de N e S na folha, conforme Tedesco et al. (1995). Quando o milho atingiu a maturação fisiológica (R6), foi suspensa a irrigação. A colheita da parte aérea foi realizada cerca de 45 dias após. Foi realizado o corte do colmo a cerca de 1 cm acima do solo. A parte aérea do milho, contendo as espigas, foi colocada em estufa a 65° C e determinada sua massa seca. Após, as espigas foram debulhadas e foi medido o rendimento de grãos secos. Também foram coletadas raízes da camada de 0-20 cm, que foram lavadas em água corrente, secas a 65 °C e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para análise de cromo total, juntamente com a parte aérea (colmo e folhas) e os grãos. Todas as análises de cromo deste trabalho, em plantas, solo e água, foram realizadas naquele laboratório. A análise de cromo total foi realizada por digestão nítrico-perclórica, com determinação por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

O FCH para o cultivo do rabanete foi incorporado à camada de 0-20 cm dos solos 22 dias antes da semeadura do rabanete. A semeadura ocorreu no dia 17/10/2008 e foram utilizadas nove sementes da variedade Sparkler por vaso, a 1 cm de profundidade. A adubação mineral foi aplicada no mesmo

dia, na forma líquida, inclusive a dose total de ureia nos tratamentos com ureia e com meia dose de FCH + meia dose de ureia, conforme recomendado por CQFS-RS/SC (2004). A emergência ocorreu em 21/10/2008 e três dias após realizou-se o desbaste, permanecendo três plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo durante o desenvolvimento do rabanete. Para a análise dos teores de N e S na folha, foram coletadas três folhas recentemente desenvolvidas por vaso (uma por planta) aos 27 dias após a emergência das plantas. A seguir as amostras foram secas em estufa a 65° C, moídas e analisadas conforme Tedesco et al. (1995). A colheita foi realizada 36 dias após a emergência. As raízes (bulbos) foram lavadas em água corrente e tiveram a sua massa fresca determinada. A parte aérea foi colocada para secar em estufa a 65° C, sendo após determinada sua massa seca. As raízes também foram secas e encaminhadas, juntamente com a parte aérea, para análise do teor de Cr total.

A coleta da água percolada pelo solo para análise do teor de cromo foi realizada 14 dias após a colheita do rabanete, através do dreno instalado no fundo dos vasos. Foram aplicados volumes crescentes de água até atingir quantidade suficiente para ocorrer a percolação, que foi de 7 dm³ no Argissolo e 8 dm³ no Latossolo. Foram analisados os teores de Cr total, trivalente e hexavalente da água percolada, sendo posteriormente comparados aos limites aceitos pela Fepam-RS (Conama, 2005). A análise de cromo na água foi realizada pelos métodos descritos em Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON et al., 1995).

Ao final do experimento, foram coletadas amostras de solo nas três camadas do vaso e determinados os teores de Cr total, trivalente e hexavalente, comparando-os com os limites de tolerância adotados pela Fepam-RS (RODRIGUES et al., 1993).

Foi realizada a análise da variância dos resultados, separadamente para cada classe de solo, com a comparação das médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

Resultados e Discussão

Análise do fertilizante de couro hidrolisado

A análise do FCH encontra-se na Tabela 2. Em termos de nutrientes, o FCH é uma fonte rica em N, com teor muito superior aos fertilizantes orgânicos mais utilizados (CQFS-RS/SC, 2004) e, secundariamente, é fonte de S. O teor de N obtido está dentro da faixa que normalmente é encontrada no FCH utilizado na Itália, de 10 % a 13 % (CIAVATTA e SEQUI, 1989). Os teores de P e K são muito baixos, necessitando serem fornecidos com outras fontes minerais ou orgânicas. Os teores de micronutrientes também são muito baixos, com exceção do Fe. Um aspecto que merece cuidado na utilização do fertilizante é a alta concentração de Na, que pode ser prejudicial às plantas e ao solo em caso de aplicação de doses muito elevadas. A taxa de mineralização do N do FCH aos 89 dias após a incubação foi de 78 % no Latossolo Vermelho e de 72 % no Argissolo Vermelho-Amarelo. A mineralização do N, portanto, é mais rápida do que a média indicada para fertilizantes orgânicos em CQFS-RS/SC (2004), que é de 50 % no primeiro cultivo. Um dos fatores que contribuem para esta alta taxa de mineralização do N é a baixa relação C/N do FCH. Quanto ao teor de cromo, o FCH apresentou um valor de 2,4 % (24000 mg kg⁻¹), todo detectado na forma trivalente, que apresenta baixa mobilidade no solo (BARTLETT e KIMBLE, 1976).

Cultivo do milho

Em ambos os solos, os tratamentos não se diferenciaram quanto ao rendimento de grãos secos (Tabela 3). Portanto, o FCH mostrou-se tão eficiente quanto a ureia no fornecimento de N para a produção de grãos. Como neste trabalho, Konrad e Castilhos (2002) obtiveram rendimento de grãos de milho

Tabela 2 - Teores de macro e micronutrientes observados no fertilizante de couro hidrolisado.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	pH	CE 1:5	Umidade			
----- % -----						mS cm ⁻¹	%			
11,96	0,10	0,033	0,54	0,48	3,62	18,2	10,93			
S	B	Zn	Cu	Mn	Na	Fe	Cr ³⁺	Cr ⁶⁺	C	Rel
----- mg kg ⁻¹ -----									%	C/N
2,61	17	20	8,9	46	24203	5648	24000	<1,0	33,3	2,78

Tabela 3 - Rendimento de grãos secos, teor de N e de S na folha e massa seca da parte aérea (MSPA) de milho cultivado em dois solos com três fontes de N: T1 (fertilizante de couro hidrolisado - FCH), T2 (meia dose de FCH + meia dose de ureia) e T3 (ureia).

	Latossolo				Argissolo			
	Grãos	N	S	MSPA	Grãos	N	S	MSPA
	g planta ⁻¹	%	%	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹	%	%	g planta ⁻¹
T1	78 a	2,16 a	0,15 a	160 b	94 a	2,00 a	0,17 a	201 a
T2	79 a	2,04 a	0,15 a	175 a	88 a	2,09 a	0,15 a	188 a
T3	82 a	2,07 a	0,17 a	175 a	93 a	1,95 a	0,15 a	203 a

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

semelhante à adubação mineral com a aplicação de lodo de curtume a um Planossolo Hidromórfico, com suplementação de P, K e calcário. Ferreira et al. (2003) e Kray et al. (2008) também observaram que o rendimento de grãos de milho com a adição de lodo de curtume acrescido de adubação fosfatada e potássica na forma mineral foi semelhante ao obtido com calagem e adubação mineral, em experimentos de campo em um Argissolo Vermelho de Eldorado do Sul (RS). Quanto ao teor de N na folha no pendoamento (Tabela 3), igualmente não houve diferenças entre os tratamentos, mostrando que o suprimento de N pelo FCH foi semelhante ao obtido com a aplicação de ureia. Ferreira et al. (2003) também não observaram diferença no teor de N na parte aérea de milho fertilizado com lodo de curtume e com adubação mineral, na forma de ureia. Foi ainda analisado o teor de S na folha do milho, por ser o FCH secundariamente fonte do nutriente (Tabela 3). Os resultados mostraram que não houve diferenças entre os tratamentos, ou seja, a utilização de FCH não aumentou o teor de S nas folhas de milho.

O crescimento das plantas foi avaliado através da massa seca da parte aérea (incluindo colmos, folhas e espigas) (Tabela 3). No Latossolo Vermelho, a dose integral de FCH (T1) resultou em menor massa seca da parte aérea do que os tratamentos com meia dose de FCH + meia dose de ureia (T2) e com ureia (T3), que não se diferenciaram. No Argissolo Vermelho-Amarelo, não houve diferenças entre os tratamentos quanto à massa seca da parte aérea. De forma semelhante ao ocorrido no Argissolo, Ribeiro (2006) observou que a produção de massa seca da parte aérea de milho fertilizado com FCH aos 45 dias após a semeadura foi semelhante à adubação nitrogenada convencional com sulfato de amônio, em experimento em casa de vegetação com Latossolos de Campinas (SP). Konrad e Castilhos (2002) observaram que a adição de lodo de curtume a um Planossolo Hidromórfico, com su-

plementação de P, K e calcário, resultou em massa seca da parte aérea de milho semelhante à adubação mineral.

Quanto ao teor de cromo total na planta (Tabela 4), houve diferenças significativas apenas no Argissolo. Neste solo o tratamento com ureia apresentou maior teor de cromo nos grãos do que os tratamentos com FCH (dose integral e meia dose de FCH + meia dose de ureia). Nas raízes, a dose integral de FCH resultou em maior teor de cromo do que os demais tratamentos. Os teores de cromo total nos grãos e mesmo em folhas e colmos situaram-se abaixo de 0,5 mg kg⁻¹ em ambos os solos, valor que é considerado normal segundo Allen et al. (1974). Concordando com estes resultados, Ferreira et al. (2003) e Kray et al. (2008), trabalhando com milho e soja, e Selbach et al. (1991), trabalhando com sorgo, observaram que a aplicação de lodo de curtume não provocou aumento da concentração de cromo na parte aérea e grãos das plantas, em relação à testemunha sem adubação ou à adubação mineral. Como nos trabalhos de Selbach et al. (1991), com sorgo, e de Teixeira (1981), com aveia, as maiores concentrações de cromo situaram-se nas raízes das plantas, provavelmente pela formação de complexos orgânicos insolúveis nas raízes.

Cultivo do rabanete

A produção de bulbos de rabanete, expressa pela massa fresca das raízes, apresentou diferenças apenas no Latossolo, em que o tratamento com meia dose de FCH + meia dose de ureia apresentou menor massa fresca de raízes do que os demais tratamentos (Tabela 5). Assim, em termos gerais, a eficiência do FCH como fonte de N na produção de bulbos de rabanete foi semelhante à da ureia. De modo semelhante, Selbach et al. (1991) observaram que o rendimento de bulbos do

Tabela 4 - Teor de cromo total em grãos, folhas+colmo e raízes de milho cultivado em dois solos com três fontes de N: T1 (fertilizante de couro hidrolisado - FCH), T2 (meia dose de FCH + meia dose de ureia) e T3 (ureia).

	Latossolo			Argissolo		
	Grãos	Folhas + Colmo	Raízes	Grãos	Folhas + Colmo	Raízes
	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
T1	0,31 a	0,48 a	9,5 a	0,16 b	0,30 a	28,3 a
T2	0,21 a	0,40 a	10,5 a	0,16 b	0,30 a	15,8 b
T3	0,18 a	0,28 a	10,0 a	0,30 a	0,34 a	9,8 b

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 5 - Massa fresca das raízes (MFR, total de três plantas), teor de N e de S e massa seca da parte aérea (MSPA, total de três plantas) na folha de rabanete cultivado em dois solos com três fontes de N: T1 (fertilizante de couro hidrolisado - FCH), T2 (meia dose de FCH + meia dose de ureia) e T3 (ureia).

	Latossolo				Argissolo			
	MFR	N	S	MSPA	MFR	N	S	MSPA
	g	%	%	g	g	%	%	g
T1	132 a	4,00 a	0,56 a	10,6 a	128 a	3,42 a	0,40 a	7,40 a
T2	99 b	3,95 a	0,44 a	12,3 a	124 a	3,42 a	0,37 a	7,93 a
T3	138 a	3,94 a	0,42 a	11,0 a	122 a	3,47 a	0,22 b	7,35 a

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

rabanete com a aplicação de lodo de curtume foi semelhante à adubação mineral, quando foi realizada a suplementação com P e K. Quanto ao teor de N na folha, não houve diferenças entre os tratamentos em ambos os solos (Tabela 5), indicando que o FCH e a ureia foram fontes semelhantes no suprimento do nutriente. Com relação ao teor de S na folha (Tabela 5), foram observadas diferenças significativas apenas no Argissolo. Neste solo, que apresenta menor concentração de S do que o Latossolo, os tratamentos com FCH (dose integral e meia dose de FCH + meia dose de ureia) apresentaram maior teor de S na folha do que o tratamento com ureia, indicando que houve efeito da aplicação desse fertilizante, que contém teor considerável do nutriente. Com relação à produção de massa seca da parte aérea, indicadora do crescimento da planta, não foram observadas diferenças entre os tratamentos nos dois solos (Tabela 5). No cultivo em que foi realizada a suplementação com P e K, Selbach et al. (1991) obtiveram maior produção de massa seca da parte aérea de rabanete com a aplicação de lodo de curtume do que com adubação mineral.

A análise do teor de cromo total no rabanete consta na Tabela 6. Nos dois solos, os tratamentos não se diferenciaram quanto ao teor de cromo

total nas raízes. Na parte aérea, houve diferenças significativas apenas no Latossolo, em que o tratamento com dose integral de FCH apresentou maior teor de cromo. Nas duas maiores doses de lodo de curtume aplicadas (30 e 60 t ha⁻¹), Selbach et al. (1991) observaram maiores valores de cromo total nas raízes e parte aérea de rabanete do que no tratamento com adubação mineral. Os valores obtidos neste trabalho foram menores do que os encontrados por Selbach et al. (1991). Ainda assim, os teores de cromo nas raízes foram superiores ao valor considerado normal por Allen et al. (1974), que é de 0,5 mg kg⁻¹, embora isso tenha ocorrido em todos os tratamentos, inclusive naquele com ureia como fonte de N.

Cromo no solo

Em ambos os solos, os teores de cromo hexavalente estiveram abaixo do limite de detecção do método (0,1 mg kg⁻¹). Por isso, não foi realizada a análise estatística para cromo hexavalente. Ciavatta e Sequi (1989), em pesquisa em solo italiano, também observaram que não houve oxidação do cromo trivalente presente no FCH aplicado para a forma hexavalente e que o cromo foi retido no solo.

Tabela 6 - Teor de cromo total na parte aérea e raízes de rabanete cultivado em dois solos com três fontes de N: T1 (fertilizante de couro hidrolisado - FCH), T2 (meia dose de FCH + meia dose de ureia) e T3 (ureia).

	Latossolo		Argissolo	
	parte aérea	raízes	parte aérea	raízes
	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
T1	0,63 a	0,88 a	0,73 a	1,20 a
T2	0,45 b	0,75 a	0,50 a	0,98 a
T3	0,40 b	0,78 a	0,48 a	0,88 a

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 7 - Teor de cromo trivalente (Cr³⁺) em três profundidades de um Latossolo Vermelho adubado com três fontes de N: T1 (fertilizante de couro hidrolisado - FCH), T2 (meia dose de FCH + meia dose de ureia) e T3 (ureia).

	Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	40-60
	----- mg kg ⁻¹ -----		
T1	42 aA	21 aB	18 aB
T2	36 aA	20 aB	18 aB
T3	19 bA	18 aA	16 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quando foi adicionado Cr⁶⁺ ao solo, os mesmos autores constataram que ocorreu imediata redução para Cr³⁺. No trabalho de Ferreira et al. (2003), em que foram aplicados lodo de curtume e Cr mineral (na forma Cr³⁺) na adubação de milho, também não foi constatada a presença de Cr⁶⁺ no Argissolo Vermelho utilizado por aqueles autores.

Quanto aos teores de cromo trivalente no Latossolo (Tabela 7), houve diferenças entre os tratamentos de adubação apenas na profundidade de 0 a 20 cm, onde os tratamentos com adição de FCH (dose integral e meia dose de FCH + meia dose de ureia) apresentaram maior teor de cromo trivalente no solo do que o tratamento com ureia. Considerando as profundidades avaliadas, nos tratamentos com adição de FCH houve maior teor de cromo trivalente no solo na camada de 0 a 20 cm, mostrando que o cromo adicionado pela adubação ficou retido na camada mais superficial do solo, confirmando sua baixa mobilidade. Em relação aos teores de Cr³⁺ no Latossolo antes da adubação (16 mg kg⁻¹ de 0 a 20 cm, 19 mg kg⁻¹ de 20 a 40 cm e 25 mg kg⁻¹ de 40 a 60 cm), observou-se um aumento consistente apenas nos tratamentos com adição de FCH e na profundidade de 0 a 20 cm.

No caso dos teores de cromo trivalente no Argissolo (Tabela 8), houve diferenças entre os trata-

mentos de adubação apenas na profundidade de 0 a 20 cm, onde o tratamento com dose integral de FCH apresentou maior teor de cromo trivalente, a meia dose de FCH + meia dose de ureia apresentou valor intermediário e a uréia resultou no menor teor. Considerando as profundidades avaliadas, nos tratamentos com adição de FCH (dose integral e meia dose de FCH + meia dose de ureia) ocorreu maior teor de cromo trivalente no solo na camada de 0 a 20 cm, mostrando novamente que o cromo adicionado pela adubação ficou retido na camada mais superficial do solo. De forma semelhante ao ocorrido no Latossolo, observou-se um aumento consistente dos teores de Cr³⁺ em relação aos existentes no Argissolo antes da adubação (14 mg kg⁻¹ de 0 a 20 cm, 7 mg kg⁻¹ de 20 a 40 cm e 8 mg kg⁻¹ de 40 a 60 cm) apenas no tratamento com dose integral de FCH e na profundidade de 0 a 20 cm. No trabalho de Ferreira et al. (2003), o teor de cromo trivalente num Argissolo Vermelho aumentou com as aplicações de lodo de curtume e de Cr mineral (na forma Cr³⁺) na camada de 0 a 20 cm. Igualmente, no experimento de Selbach et al. (1991), que avaliaram cromo total nas mesmas profundidades estudadas neste trabalho, observou-se que os teores de cromo dos tratamentos adubados com lodo de curtume somente foram superiores à testemunha

Tabela 8 - Teor de cromo trivalente (Cr^{3+}) em três profundidades de um Argissolo Vermelho-Amarelo adubado com três fontes de N: T1 (fertilizante de couro hidrolisado - FCH), T2 (meia dose de FCH + meia dose de ureia) e T3 (ureia).

	Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	40-60
	----- mg kg ⁻¹ -----		
T1	30 aA	8,8 aB	7,5 aB
T2	17 bA	7,3 aB	7,0 aB
T3	6,3 cA	6,8 aA	7,5 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

sem adubação ou à adubação mineral na camada de 0 a 20 cm, num Argissolo Vermelho-Amarelo.

Em ambos os solos, os teores de cromo detectados ficaram muito abaixo do limite aceito pela Fepam-RS, que é de 500 mg kg⁻¹ de cromo total (RODRIGUES et al., 1993).

Cromo na água percolada

Os teores de cromo na água percolada pelos vasos não foram submetidos à análise estatística, pois todos os resultados de cromo hexavalente e quase todos os de cromo trivalente foram abaixo do limite de detecção do método (0,01 mg dm⁻³ para Cr^{6+} e 0,004 mg dm⁻³ para Cr^{3+}). Estes resultados indicam que o cromo ficou retido nos dois solos, não havendo a contaminação da água percolada. Mesmo nos casos em que houve determinação de Cr^{3+} (0,007 mg dm⁻³ na repetição 2 do tratamento com dose integral de FCH e 0,006 mg dm⁻³ na repetição 1 do tratamento com meia dose de FCH + meia dose de ureia), os valores ficaram bastante abaixo do limite tolerável de 50 ppb (0,05 mg dm⁻³) de Cr em água potável, estipulado pela Organização Mundial da Saúde e também adotado pela resolução número 357 do Conama (CONAMA, 2005). Selbach et al. (1991) também analisaram a água de percolação pela coluna de solo em vasos com um Argissolo Vermelho-Amarelo adubado com lodo de curtume, sendo que a mesma permaneceu abaixo dos limites de Cr para água potável.

Conclusões

1. O fertilizante de couro hidrolisado apresentou eficiência agronômica semelhante à ureia como fonte de N para o milho e para o rabanete em ambos os solos, resultando em equivalência no rendimento de grãos e de bulbos e no teor de N na folha.

2. Os teores de cromo nas partes comestíveis (grãos e bulbos) das plantas cultivadas com aplicação do fertilizante de couro hidrolisado não se diferenciaram dos teores das plantas fertilizadas com ureia.

3. Com a aplicação de fertilizante de couro hidrolisado, detectou-se aumento do cromo apenas na forma trivalente, sendo que o cromo ficou retido na camada superficial (0 a 20 cm) dos solos. Como reflexo desta retenção na camada superficial dos solos, não foi encontrado cromo na água percolada pelos vasos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa JGB Equipamentos de Segurança S.A. pelo apoio financeiro. Também agradecem ao engenheiro Robert Guirmand, pelo auxílio na confecção dos vasos utilizados.

Referências

- ALLEN, S. E.; GRIMSHAW, H. M.; PARKINSON, J. A.; QUARM-BY, C. Chemical analysis of ecological materials. Oxford: Blackur Blackwell Scientific Publications, 1974. 595 p.
- BARLETT, R. J.; KIMBLE, J. M. Behavior of chromium in soils. II. Hexavalent forms. Journal of Environmental Quality, v. 5, p. 383-386, 1976.
- CHANEY, R. L.; RYAN, J. A.; BROWN, S. L. Development of the USA-EPA limits for chromium in land-applied biosolids and applicability of these limits to tannery by-product serived fertilizers and other Cr-rich soil amendments. In: CANALI, S.; TITTARELI, F. e SEQUI, P. Chromium environmental issues. Milano: Franco Angeli, 1997. p. 230-294.
- CIAVATTA, C.; GESSA, C. Chromium-containing fertilizers and their production. In: CANALI, S.; TITTARELI, F.; SEQUI, P. Chromium environmental issues. Milano: Franco Angeli, 1997. p. 63-82.
- CIAVATTA, C.; SEQUI, P. Evaluation of chromium release during decomposition of leather meal fertilizers applied to the soil. Fertilizer Research, v. 19, p. 7-11, 1989.

- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2005.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBSC/NRS, 2004. 400 p.
- DELL'ABATE, M. T.; BENEDETTI, A.; TRINCHERA, A.; GALLUZO, D. Nitrogen and carbon mineralisation of leather meal in soil as affected by particle size of fertilizer and microbiological activity of soil. *Biology and Fertility of Soils*, v. 37, p. 124-129, 2003.
- EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GRENNBERG, A. E. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 1995. 1082 p.
- EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 4, p. 755-763, 2003.
- FEPAM. Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAM, 2002.
- GOVI, M.; CIAVATTA, C.; SITTI, L.; BONORETTI, G.; GESSA, C. Influence of leather meal fertilizer on soil organic matter: a laboratory study. *Fertilizer Research*, v. 44, p. 65-72, 1996.
- KRAY, C. H.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; da SILVA, K. J. Tannery and coal mining waste disposal on soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2877-2882, 2008.
- KONRAD, E. E.; CASTILHOS, D. D. Alterações químicas do solo e crescimento do milho decorrentes da adição de lodos de curtume. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 257-265, 2002.
- KOZUH, N.; STUPAR, J.; GORENC, B. Reduction and oxidation processes of chromium in soils. *Environmental Science and Technology*, v. 34, p. 112-119, 2000.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Instrução Normativa nº 27, de 5 de junho de 2006. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2006.
- RIBEIRO, E. M. P. Produção e análise físico-química do fertilizante de descarte de couro bovino com ênfase no impacto ambiental e energético. 2006. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant developed? 1993. [Online]. Traduzido por: Potafós, Informações Agrônomicas. Nº 103. Setembro de 2003. Disponível em: <http://www.potafos.org>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2008.
- RODRIGUES, A. L. M.; ANGHINONI, M. C. M.; TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. Critérios técnicos para disposição no solo de resíduos sólidos de curtume. In: CONGRESSO DA UNIÃO INTERNACIONAL DOS QUÍMICOS E TÉCNICOS DA INDÚSTRIA DO COURO, 22., 1993, Porto Alegre. Boletim. Porto Alegre: FEPAM, 1993. 14 p.
- SELBACH, P. A.; TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; CAVALET, L. E. Descarte e biodegradação de lodos de curtume no solo. *Revista do Couro*, v. 6, p. 51-62, 1991.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. e VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, planta e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim técnico, 5)
- TEIXEIRA, J. A. O. S. Descarte de resíduos de curtume no solo. 1981. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Alterações nas propriedades físicas e microbiológicas do solo sob adição contínua de composto de lixo urbano¹

Alexandre Diehl Krob², Sílvio Paulo Moraes³, Pedro Alberto Selbach³,
Fátima Menezes Bento⁴, Robson Andreazza³, Flávio A. de Oliveira Camargo³

Resumo – A adição de resíduos orgânicos provindos de lixo urbano nos solos pode acarretar modificações ambientais. Em virtude disso, este trabalho teve o objetivo avaliar as alterações em algumas propriedades físicas e microbiológicas do solo sob adição contínua de composto de lixo urbano. O experimento a campo foi conduzido em um solo classificado como Argissolo Vermelho de textura média na Estação Experimental Agronômica da UFRGS. Os tratamentos constaram de cinco aplicações contínuas pelo período de três anos de diferentes doses de composto (0, 20, 40, 80 e 160 t ha⁻¹) e de uma dose de fertilizante mineral. Após a adição de composto no solo observou-se que a densidade do solo diminuiu com as doses aplicadas e aumentou a estabilidade de agregados sob chuva até a dose de 80 t ha⁻¹. A quantidade de bactérias aumentou até um determinado limite, enquanto os fungos e actinomicetos não apresentaram um aumento significativo em relação às doses aplicadas. Os resultados permitiram concluir que aplicações de até 80 t ha⁻¹ ano⁻¹ de composto de lixo urbano podem ser consideradas como a taxa de utilização agrícola, recomendada com o objetivo de melhorar e manter as propriedades físicas e microbiológicas do solo.

Palavras-chave: densidade, agregação, bactérias, actinomicetos, fungos.

Effects of continuous addition of urban waste compost on physical and microbial soil properties

Abstract – The addition of urban waste in the soils can promote environmental modifications. A field experiment on a soil (Paleudult) was carried out to evaluate some physical and microbiological characteristics after continuous application of doses of municipal solid waste (MSW) compost. Progressive doses of MSW compost (0, 20, 40, 80, and 160 t ha⁻¹) and one dose of mineral fertilizer were tested on soil for a three years period. The results obtained showed that when the amount of compost increases, soil density decreases, whereas aggregates stability increases under rain until 80 t ha⁻¹ of compost. The number of colony forming units of bacteria increased according to the compost dosage although the populations of actinomyces and fungi were not affected. In conclusion, the application of 80 t ha⁻¹ of MSW compost was the recommended dose for the maintenance of physical and microbiological characteristics of agricultural soil.

Key words: soil density, soil aggregation, bacteria, actinomyces, fungi.

Introdução

O aumento da população mundial teve como consequência um acréscimo considerável na produção de lixo urbano, principalmente nas grandes cidades, ocasionando grandes problemas ambientais (BHUIYAN, 2010). Com isso, várias estratégias na utilização e manejo destes resíduos

vêm sendo adotadas, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental e melhorar o aproveitamento dos resíduos urbanos (GENG et al., 2010). A utilização agrícola do composto de lixo urbano permite a ciclagem da matéria orgânica e de nutrientes, e, conseqüentemente, a manutenção e ou recuperação física, química e biológica dos solos (CAVALLET et al., 2004; HARGREAVES et al., 2008).

¹ Trabalho desenvolvido com recursos da CAPES e do CNPq. Manuscrito submetido em 31/03/2011 e aceito para publicação em 27/10/2011.

² Eng. Agr., ONG Curicaca, Av. Polônia, 1093, CEP 90230-110, Porto Alegre, RS

³ Eng. Agr, Dr., Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. Autor para correspondência: robsonandreazza@yahoo.com.br.

⁴ Bióloga, Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, UFRGS.

Em termos de propriedades químicas, diversos trabalhos têm abordado alterações e melhorias na fertilidade do solo após a adição do composto de lixo. Estas melhorias referem-se, principalmente, a variações no pH, aumento na capacidade de troca de cátions, na disponibilidade de nutrientes, na concentração de sais solúveis, entre outras (MANTOVANI et al., 2005).

Os efeitos da adição do composto sobre as propriedades físicas do solo são pouco elucidativos e altamente dependentes da taxa de decomposição do composto, da sua contribuição para o conteúdo de carbono orgânico do solo e da presença de agentes dispersantes. Como resultado, a avaliação de propriedades como os agregados do solo após a aplicação de composto de lixo parece pouco estudada, embora tenha sido avaliada para casos da aplicação mista de composto de lixo e de lodo de esgoto (MARCIANO et al., 2001; OLIVEIRA, 2001). O efeito da atividade microbiana e do conteúdo de matéria orgânica sobre a formação e manutenção de agregados no solo tem motivado uma série de investigações visando ao entendimento dos mecanismos envolvidos nos processos e dinâmica de nutrientes (HARGREAVES et al., 2008; HU et al., 2010; KABORÉ et al., 2010).

Os estudos sobre a viabilização do composto de lixo, principalmente os relacionados aos aspectos microbiológicos, são ainda insuficientes para que se possam realizar recomendações seguras sobre a aplicação (ESCOSTEGUY et al., 1993). As principais deficiências destes estudos referem-se à utilização de períodos curtos de avaliação e ao uso de baixas doses e taxas de aplicação, não permitindo detectar as transformações microbiológicas em longo prazo no solo, assim como as alterações decorrentes nas propriedades químicas e físicas (CAVALLET et al., 2004). Sabe-se que há alterações na comunidade microbiológica após diversos tratamentos, incluindo disposição de dejetos suínos e compostos orgânicos de lixo urbano (CORDOVIL et al., 2011), embora estas informações sejam limitadas. A adição de compostos de lixo urbano no solo pode afetar as propriedades físicas e microbiológicas do solo dependendo das concentrações. Além disso, a utilização de resíduos orgânicos oriundos do lixo urbano pode ser uma alternativa limpa, ecologicamente viável, e pode melhorar as características físicas e microbiológicas do solo. Baseado nestas considerações desenvolveu-se o presente estudo com o objetivo de avaliar as alterações físicas e microbiológicas produzidas em um solo que recebeu a campo aplicações contínuas de diferentes doses de composto de lixo urbano, durante três anos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido a campo em um Argissolo Vermelho de textura média, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul durante três anos. Os compostos de lixo urbano, cuja análise química é apresentada na Tabela 1, foram fornecidos pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura de Porto Alegre (RS) e pela Prefeitura de Novo Hamburgo (RS) e aplicados cinco vezes nas doses de 0, 20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹ (massa seca). Foi utilizado, também, um tratamento com fertilização mineral e 2,2 t ha⁻¹ de calcário nas quantidades adequadas (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, 2004). A análise química dos resíduos foi determinada através da metodologia descrita por TEDESCO e colaboradores (1995).

Após as etapas de aração e gradagem, para o preparo do solo e controle de plantas invasoras, a área experimental foi dividida em vinte e quatro parcelas de 3 x 4 m, dispostas em quatro blocos (repetições). As doses de composto foram aplicadas superficialmente com incorporação por gradagem. Ao longo do experimento e em diferentes momentos foram realizadas amostragens e avaliações do solo das unidades experimentais. As amostragens foram feitas em setembro (1º ano), março e novembro (2º ano), setembro (3º ano) e fevereiro (4º ano). As amostras foram coletadas da camada superficial, a uma profundidade de até 20 cm, secas ao ar e, então, passadas por peneira com malha de 0,5 mm. Para todas as amostras efetuaram-se as caracterizações físicas do solo.

Após o peneiramento, o material foi colocado em bandejas para secagem ao ar. A amostragem para a determinação da densidade seguiu o método descrito em BLAKE (1965), sendo estas realizadas em três momentos, 2ª, 3ª e 4ª aplicações. A distribuição de tamanho de partículas de solo seco ao ar foi avaliada com um jogo de cinco peneiras de diâmetro decrescente, os solos foram agitados manualmente no sentido horizontal, para posterior cálculo da razão de partículas de solo existentes na respectiva classe de solo. Para avaliar a estabilidade de agregados sob chuva adotou-se a metodologia descrita por REICHERT (1988), com adaptação do tempo de duração para melhor expressar as diferenças existentes.

Para as avaliações microbiológicas foram realizadas sete amostragens de solo, partindo-se de uma subamostra de 10 g de solo. O plaqueamento foi realizado com a utilização do Spiral-Plate System (Spiral Biotec), com três repetições por amos-

Tabela 1 - Características químicas dos compostos de lixo urbano domiciliar aplicado no experimento durante os três anos de avaliação (médias de três repetições).

	Local e Origem do Composto*			
	POA 1 ^a e 2 ^a **	POA 3 ^a	NH 4 ^a ***	NH 5 ^a
pH (H ₂ O)	7,3	7,7	7,5	7,7
C orgânico (g kg ⁻¹)	80,7	83,9	68,0	70,0
N total (g kg ⁻¹)	7,2	7,0	6,5	6,7
P total (g kg ⁻¹)	2,3	2,3	2,1	1,9
K total (g kg ⁻¹)	4,3	3,5	3,5	3,6
Ca total (g kg ⁻¹)	21,5	30,8	12,4	13,1
Mg total (g kg ⁻¹)	1,5	1,9	5,2	2,3
Na total (mg kg ⁻¹)	997	2819	4224	1174
RAS**** (%)	0,08	0,09	0,20	0,15

*POA 1^a, 2^a, e 3^a aplicações. Composto fornecido pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (RS); NH 4^a e 5^a aplicações. Composto fornecido pela Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo (RS).
** Média dos resultados da análise dos dois compostos utilizados.
*** Composto contaminado com solo.
**** Relação de adsorção de sódio.

tra, incubando-se a 28 °C e efetuando contagens em intervalos de três dias. A determinação do número de unidades formadoras de colônias foi realizada na diluição que permitiu a contagem em toda a placa. Os meios de cultura utilizados foram o de Thornton (THORNTON, 1922) para as bactérias, o de Martin (com estreptomycin) (MARTIN, 1950) para fungos, e o de caseinato-dextrose-ágar (CLARK, 1965) para actinomicetos. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e à comparação das médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

Alterações nas propriedades físicas

A densidade do solo, avaliada após as duas primeiras aplicações do composto nas doses referidas para cada tratamento, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 1). Estas diferenças foram mais acentuadas após a terceira aplicação, ou seja, a menor densidade do solo foi observada quando uma maior dose de composto foi utilizada. Ao final do experimento, a variabilidade existente não permitiu detectar diferenças significativas entre a densidade e a aplicação do composto de lixo urbano (Figura 1). Em um experimento com composto de lixo urbano, não foi observada

mudança significativa na densidade do solo, quando aplicada até 160 t ha⁻¹ de composto, após seis meses de aplicação (CAVALLET et al., 2004). De modo geral, tem sido observado que um dos principais efeitos benéficos da aplicação de composto de lixo urbano é a diminuição da densidade do solo (HARGREAVES et al., 2008). Esta variação dos resultados pode ser atribuída aos diferentes tipos de composto, solo, e juntamente com a duração do experimento.

A estabilidade das partículas do solo, ou seja, de agregados e partículas primárias, expressada pelo diâmetro médio ponderado de partículas do solo sob chuva (DMPc), não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos aplicados (Figura 2). Para o diâmetro médio ponderado de partículas do solo seco ao ar (DMPs), houve um efeito significativo contrário à aplicação de composto, ou seja, quanto maior foi a aplicação do composto, a DMPs foi estatisticamente reduzida até a dose de 160 t ha⁻¹ de composto, onde foi obtido o menor valor de DMPs.

Não foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos na razão de partículas de solo das classes abaixo de 9,51 mm (Tabela 2). Entre as cinco classes de partículas do solo testadas quanto à estabilidade sob chuva, expressa pela fpec (fração de partícula de solo estável sob chuva), somente as classes 1 (9,51-4,76 mm) e 2 (4,76-2,00 mm) apresentaram diferenças entre os

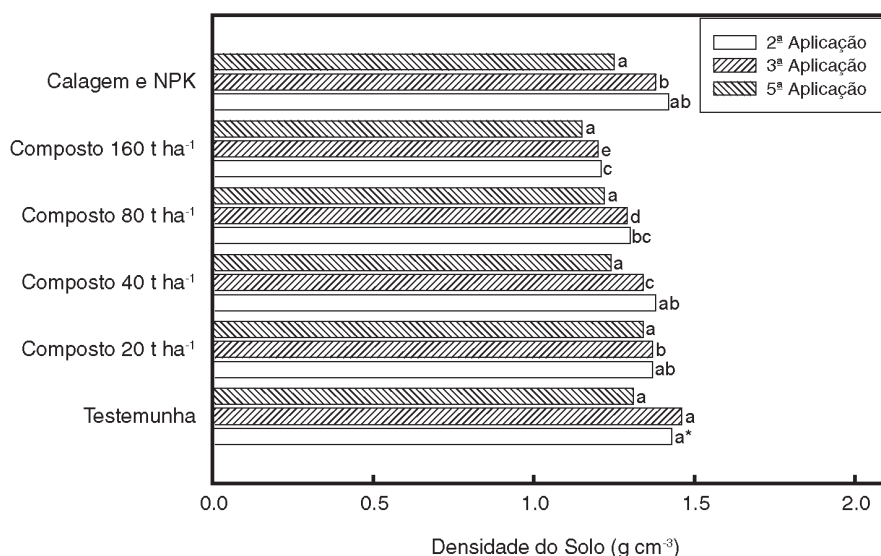


Figura 1. Determinações da densidade do solo após a 2ª, 3 e 5ª aplicações de fertilizante mineral e de doses progressivas de composto de lixo urbano.

* Médias seguidas de letras iguais na mesma barra não diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

tratamentos (Tabela 2). Contudo, é possível que a intensidade da força utilizada para romper os agregados não tenha sido suficiente para causar diferenças significativas na classe 5 (0,50-0,25 mm), onde a chuva aplicada destruiu apenas entre 12 % e 16 % das partículas.

Para os agregados da classe 1, a aplicação de 80 e 160 t ha⁻¹ proporcionou maior estabilidade que as demais doses em estudo, ao passo que a adição de fertilizante mineral diminuiu a estabilidade, comparado a testemunha e a aplicação de doses progressivas de composto (Tabela 2). Embora não tenha diferido significativamente, a aplicação de 160 t ha⁻¹ de composto apresentou uma menor estabilidade, comparado com a aplicação de 80 t ha⁻¹ e este mesmo comportamento foi encontrado nas classes 4 (1-0,50 mm) e 5 (0,50-0,25 mm). Na classe 2, a estabilidade de agregados apresentou um aumento significativo com as doses, sendo que a aplicação de 80 e 160 t ha⁻¹ foram estatisticamente semelhantes e o tratamento com fertilizante mineral igualou-se à testemunha (Tabela 2).

Os agregados da classe 3 (2,00-1,00 mm), onde foram destruídas 82 % e 83 % das partículas, demonstraram ser os menos resistentes às forças aplicadas. As diferenças não significativas entre tratamentos encontrados nesta classe poderiam ser devidas à insuscetibilidade destes agregados às diferentes doses de composto aplicadas ou ao

nivelamento causado pela intensidade de chuva utilizada. A baixa suscetibilidade desta classe ao efeito do composto pode ser uma das justificativas para o fato de PAGLIAI e colaboradores (1981) não terem encontrado diferenças significativas para a adição de três dos cinco resíduos avaliados. Entre tais resíduos encontrava-se um composto de lodo de esgoto e lixo na proporção 1:4. A classe 3 foi a classe utilizada por estes autores para o experimento. Entretanto, devem ser consideradas as diferenças existentes entre os tipos de solos utilizados, uma vez que outros resultados têm demonstrado que o composto de lixo urbano adicionado ao solo em doses de até 160 t ha⁻¹ aumentou o tamanho dos agregados no solo (CAVALLET et al., 2004). Em geral, a adição de 80 t ha⁻¹ de composto de lixo urbano ao solo em estudo proporcionou melhores respostas para as condições físicas do solo.

Alterações nas propriedades microbiológicas

As propriedades microbiológicas do solo foram afetadas após a adição das diferentes concentrações de compostos orgânicos de lixo urbano (Tabela 3). A análise dos resultados mostrou um aumento do número de bactérias e fungos no solo em função da quantidade de composto orgânico adicionada ao final da segunda aplicação. A po-

Tabela 2 - Razão de partículas de solo seco ao ar em cada classe de diâmetro estudada (r) e a respectiva fração de partícula de solo estável sob chuva (fpec) após aplicações de fertilizante mineral e de doses progressivas de composto de lixo urbano.

Tratamentos	Classe de diâmetro (mm)											
	Cl. 1) 9,51 - 4,76		Cl. 2) 4,76 - 2,00		Cl. 3) 2,00 - 1,00		Cl. 4) 1,00 - 0,50		Cl. 5) 0,50 - 0,25		Cl. 6) 0,25 - 0,00	
	r	fpec	r	fpec	r	fpec	r	fpec	r	fpec	r	fpec**
Testemunha	0,09a*	0,65ab	0,12a	0,36a	0,46a	0,16a	0,13a	0,72a	0,24a	0,87a	0,25a	1,00
Composto 20 t ha ⁻¹	0,08a	0,68ab	0,13a	0,44ab	0,64b	0,16a	0,13a	0,77a	0,24a	0,87a	0,25a	1,00
Composto 40 t ha ⁻¹	0,10a	0,69ab	0,14a	0,50b	0,63b	0,17a	0,10a	0,79a	0,21a	0,88a	0,25a	1,00
Composto 80 t ha ⁻¹	0,09a	0,79b	0,15a	0,67c	0,69b	0,18a	0,12a	0,80a	0,22a	0,88a	0,24a	1,00
Composto 160 t ha ⁻¹	0,07a	0,76b	0,15a	0,71c	0,70b	0,18a	0,12a	0,76a	0,22a	0,87a	0,25a	1,00
Calagem e NPK	0,08a	0,57a	0,14a	0,33a	0,47a	0,17a	0,13a	0,72a	0,23a	0,84a	0,25a	1,00

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste Tukey (p<0,05).
** Valor arbitrado para efeito de cálculo.

pulação de fungos nas parcelas com fertilizante mineral foi similar à observada nos tratamentos com as maiores doses de composto. Um comportamento contrário foi observado para a população de bactérias, ou seja, a população bacteriana do tratamento com adubo mineral foi semelhante à observada nas parcelas com as doses mais baixas de composto. Com relação aos actinomicetos, não houve efeito notável das doses de composto sobre a sua população durante o primeiro ano de avaliação. Ao final da quinta aplicação do composto, verificou-se que a população microbiana apresentou um aumento na quantidade de microrganismos (Tabela 3).

Na avaliação feita após a quarta aplicação, as bactérias encontravam-se em uma concentração inferior à observada após a quinta aplicação. Esta diferença pode ter ocorrido em função de baixas temperaturas e pelo menor aporte de material orgânico fresco no período. As médias de seis avaliações das populações de bactérias efetuadas ao longo do experimento demonstraram um aumento destes microrganismos nos tratamentos onde foi aplicado o composto, principalmente nas doses de 40, 80 e 160 t ha⁻¹, podendo este aumento estar relacionado ao aumento observado do pH do solo. O pH afeta diretamente o crescimento de microrganismos como bactérias e sua atividade enzimática, sendo um dos principais fatores ao crescimento microbiano (ANDREAZZA et al., 2011).

O crescimento dos actinomicetos após a quinta aplicação dos tratamentos foi mais prolongado do que o de bactérias e fungos, observando-se uma maior estabilidade populacional. Este grupo microbiano foi menos sensível do que os fungos e bactérias às condições adversas de baixa umidade do solo, mas na média de seis avaliações não demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

Os fungos podem apresentar um comportamento semelhante às bactérias após a aplicação dos tratamentos, embora possam entrar mais rapidamente na fase de diminuição do crescimento. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos e a população de fungos; assim como não foi possível detectar diferenças na taxa de crescimento da população (CATTELAN e VIDOR, 1990). A grande alternância de posições encontradas a cada avaliação no final do período demonstra a fragilidade de uma avaliação pontual deste grupo de microrganismos.

CRECCHIO e colaboradores (2004), avaliando o efeito da adição de composto de lixo urbano na população de procariontos no solo, estimada pela técnica de DGGE, verificou que adições de até 24 t ha⁻¹ deste material orgânico não afetaram a dinâmica das populações de bactérias e actinomicetos. Entretanto, a adição de composto de lixo urbano tem estimulado a biota heterotrófica do solo, com registros de aumentos imediatos na biomassa

Tabela 3 - Número de bactérias, fungos e actinomicetos no solo após aplicações de fertilizante mineral de doses progressivas de composto de lixo urbano.

Tratamentos	Datas das Amostragens						
	1º ano		2º ano			3º ano	
	março	junho	setembro	outubro	novembro	dezembro	fevereiro
----- log UFC de bactérias g ⁻¹ solo seco -----							
Testemunha	7,03ab*	6,30a	6,61c	6,99d	7,20abde	6,48cd	6,96a
20 t ha ⁻¹	-	6,44a	7,07ab	7,20bc	7,33abcde	6,45cd	6,96a
40 t ha ⁻¹	7,01ab	6,38a	7,14a	7,34abc	7,35abcd	6,89ab	7,20a
80 t ha ⁻¹	7,23a	6,49a	7,11a	7,49a	7,39abcd	6,61bc	7,24a
160 t ha ⁻¹	7,34a	6,54a	7,24a	7,41ab	7,38ab	6,89ab	7,03a
Calagem e NPK	7,16a	6,27a	6,85bc	7,20cd	7,12acde	6,35cd	6,97a
----- log UFC de fungos g ⁻¹ solo seco -----							
Testemunha	4,80b	4,63b	4,44abc	4,76a	4,71ad	3,74a	4,54a
20 t ha ⁻¹	-	4,74ab	4,31abc	4,80a	4,37abc	3,76a	4,38a
40 t ha ⁻¹	4,82b	4,71ab	4,31abc	4,76a	4,59a	3,54a	4,46a
80 t ha ⁻¹	4,80b	4,65b	4,39abc	4,85a	4,62abcd	3,64a	4,19a
160 t ha ⁻¹	4,94a	4,96a	4,46abc	4,89a	4,73ad	4,33a	4,38a
Calagem e NPK	5,01a	4,70ab	4,72a	4,70a	4,38abc	4,03ab	4,33a
----- log UFC de actinomicetos g ⁻¹ solo seco -----							
Testemunha	6,43b	5,82a	5,11ab	5,55a	5,79abc	5,62ab	5,85a
20 t ha ⁻¹	-	5,67a	5,40ab	5,67a	6,18abc	5,82abc	5,92a
40 t ha ⁻¹	6,49ab	5,48a	5,49ab	5,52a	6,08abc	5,90abc	6,12a
80 t ha ⁻¹	6,51a	5,74a	5,47ab	5,66a	6,23ab	5,88abc	5,40a
160 t ha ⁻¹	6,55a	5,81a	5,65a	5,58a	6,13abc	6,01a	5,99a
Calagem e NPK	6,57a	5,74a	5,21ab	5,39a	5,76abc	5,68abc	6,02a

*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p<0,05).

e na atividade microbiana (HARGREAVES et al., 2008). Outros estudos indicam que a aplicação de composto de lixo urbano pode melhorar as características químicas e microbiológicas de solos que foram queimados, promovendo a recuperação dos mesmos em um curto espaço de tempo (CORDOVIL et al., 2011). Todavia, os resultados da literatura são incipientes, principalmente em relação ao efeito de doses elevadas de composto, como no presente estudo. Contudo, sabe-se que a utilização de resíduos industriais para a agricultura é benéfica para ambas as partes envolvidas (PARROT et al., 2009; GENG et al., 2010), aos homens que re-utilizam um resíduo gerado que se não aproveitado é um problema, e ao ambiente que transforma um problema (aterros sanitários, poluição) em fonte de nutrientes e melhoria das condições do solo.

Conclusões

A aplicação contínua de doses progressivas de composto de lixo urbano no solo mostrou que a densidade do solo diminuiu com as doses aplicadas e não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos na razão de partículas de solo das classes abaixo de 9,51 mm. Conseqüentemente, o diâmetro médio ponderado de partículas de solo seco ao ar não foi afetado pela adição do composto de lixo ao passo que, sob chuva, verificou-se aumento na estabilidade até a dose de 80 t ha⁻¹. A aplicação continuada de composto de lixo domiciliar no solo aumentou a quantidade de bactérias até um determinado limite, enquanto as populações de fungos e actinomicetos não apresentaram um aumento significativo. Aplicações de até 80 t ha⁻¹ ano⁻¹ de compos-

ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS DO SOLO
SOB ADIÇÃO CONTÍNUA DE COMPOSTO DE LIXO URBANO

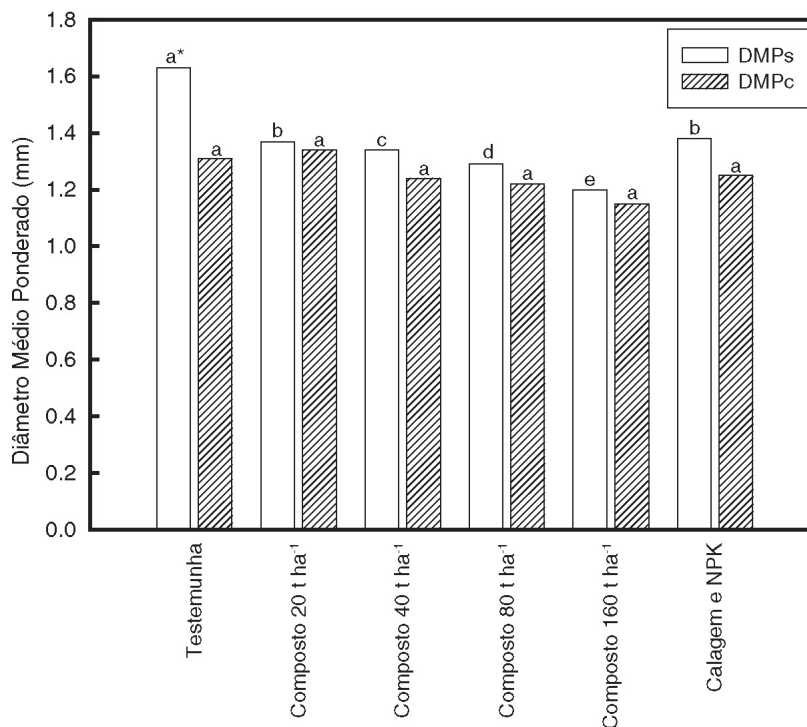


Figura 2. Determinações do diâmetro médio ponderado de partículas de solo secas ao ar (DMPs) e do diâmetro médio ponderado de partículas de solo sob chuva (DMPc) no solo após aplicações de fertilizante mineral e de doses progressivas de composto de lixo urbano.

* Médias seguidas de letras iguais na mesma barra não diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

to de lixo urbano foram as aplicações com resultados mais positivos, com o objetivo de melhorar e manter as propriedades físicas e biológicas do solo, sendo uma alternativa viável e barata à produção agrícola.

Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas e financiamento do projeto.

Referências

ANDREAZZA, R.; OKEKE, B. C.; PIENIZ, P.; BRANDELLI, A.; LAMBAIS, M. R.; CAMARGO, F. A. O. Bioreduction of Cu(II) by cell-free copper reductase from a copper resistant *Pseudomonas* sp. NA. *Biological Trace Element Research*, doi: 10.1007/s12011-010-8899-3, 2011.

BHUIYAN, S. H. A crisis in governance: Urban solid waste management in Bangladesh. *Habitat International*, v. 34, p. 125-133, 2010.

BLAKE, G. R. Bulk density. In: BLACK, C. A. *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 374-390.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana no solo, em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 14, p. 133-142, 1990.

CAVALLET, L. E.; VILLAS-BÔAS, M.; KHUN, O.; RICHART, A. Aplicação de composto de lixo urbano em Latossolo vermelho eutroférico, alterações da percentagem de agregados e níveis de fósforo, potássio, carbono orgânico. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 3, p. 7-13, 2004.

CLARK, F. E. Actinomyces. In: BLACK, C. A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy. v. 2. cap. 106, p. 1498-501, 1965

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. SBRS/NRS. Porto Alegre, 2004. 400 p.

CORDOVIL, C. M. D. S.; VARENNES, A.; PINTO, R.; FERNANDES, R. C. Changes in mineral nitrogen, soil organic matter fractions and microbial community level physiological

- profiles after application of digested pig slurry and compost from municipal organic wastes to burned soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 43, p. 845-852, 2011.
- CRECCHIO, C.; CURCI, M.; PIZZIGALLO, M. D. R.; RICCIUTI, P.; RUGGIERO, P. Effects of municipal solid waste compost amendments on soil enzyme activities and bacterial genetic diversity. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 36, p. 1595-1605, 2004.
- ESCOSTEGUY, P. A. V.; PARCHEN, C. A. P.; SELBACH, P. A. Bactérias enteropatogênicas em composto de lixo domiciliar, solo e planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 17, p. 365-370, 1993.
- GENG, Y.; TSUYOSHI, F.; CHEN, X. Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 993-1000, 2010.
- HARGREAVES, J. C.; ADL, M. S.; WARMAN, P. R. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 123, p. 1-14, 2008.
- HU, D.; YOU, F.; ZHAO, Y.; YUAN, Y.; LIU, T.; CAO, A.; WANG, Z.; ZHANG, J. Input, stocks and output flows of urban residential building system in Beijing city, China from 1949 to 2008. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, p. 1177-1188, 2010.
- KABORÉ, T. W. T.; HOUOT, S.; HIEN, E.; ZOMBRÉ, P.; HIEN, V.; MASSE, D. Effect of the raw materials and mixing ratio of composted wastes on the dynamic of organic matter stabilization and nitrogen availability in composts of Sub-Saharan Africa. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 1002-1013, 2010.
- MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 817-824, 2005.
- MARCIANO, C. R.; MORAES, S. O.; OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo amarelo saturado e não saturado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 1-9, 2001.
- MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science Society of America Journal*, v. 69, p. 215-232, 1950.
- OLIVEIRA, F. C. Percolação de nitrato em Latossolo amarelo distrófico afetada pela aplicação de composto de lixo urbano e adubação mineral. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 731-741, 2001.
- PAGLIAI, M.; GUIDI, G.; LA MARCA, M.; GIACHETTI, M.; LUCAMANTE, G. Effects of sewage sludges and composts on soil porosity and agregation. *Journal of Environmental Quality*, v. 10, p. 554-561, 1981.
- PARROT, L.; SOTAMENOU, J.; KAMGNIA, B. D.; NANTCHOUANG, A. Determinants of domestic waste input use in urban agriculture lowland systems in Africa: The case of Yaoundé in Cameroon. *Habitat International*, v. 33, p. 357-364, 2009.
- REICHERT, J. M. Formação de selo superficial e infiltração de água sob chuva simulada em solos do Rio Grande do Sul. 1988. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim Técnico, 5).
- THORNTON, H. G. On the development of a standardized agar medium for counting soil bacteria with special regard to the repression of spreading colonies. *Annals of Applied Biology*, v. 9, p. 241-274, 1922.

Uso de daminozide na redução do porte de plantas envasadas de *Siphocampylus betulifolius*¹

Claudimar Sidnei Fior², Daiane Silva Lattuada³

Resumo – *Siphocampylus betulifolius* é uma Campanulaceae perene, herbácea, endêmica do sul do Brasil, com ocorrência rara. É importante recurso genético para a ornamentação de interiores por apresentar florescimento contínuo. O objetivo do trabalho foi testar a eficiência de daminozide na redução do porte das plantas, de forma a adequá-las para uso como planta de vaso. Mudanças produzidas por sementes foram estabelecidas em vasos (1,5 L), três plantas cada, e receberam cinco aplicações foliares de 0, 2500 e 4500 ppm de daminozide. Durante 19 semanas de acompanhamento, avaliaram-se aspectos de desenvolvimento vegetativo e de florescimento. Houve redução do porte das plantas de 41 % e 64 %, com 2500 e 4500 ppm, respectivamente, assim como a redução do número de folhas e de brotações. O número de botões florais não diferiu, mas o número de flores abertas foi inferior em presença de daminozide, independente da concentração. O uso do fitoregulador daminozide foi eficiente na redução do porte das plantas de *S. betulifolius*.

Palavras-chave: Nativa ornamental, coral-da-serra, recurso genético, floricultura.

Use of daminozide in reducing the size of potted plants of *Siphocampylus betulifolius*

Abstract – *Siphocampylus betulifolius* is a Campanulaceae perennial herb endemic to southern Brazil, with rare occurrence. Due to the continuous flowering it is important genetic resource for indoor decoration. The aim of this study was to test the efficiency of daminozide in plant height reduction, as a way to adapt it as a container plant. Seedlings were established in pots (1.5 L), three plants each, and received five foliar applications with 0, 2500 and 4500 mg/L of daminozide each. During 19 weeks vegetative growth and flowering were evaluated. There was a 41 % and 64 % reduction in plant height, with 2500 and 4500 mg L⁻¹, respectively, as well as reduction in the leaves and shoots number. The flower buds number did not differ, but the open flowers number was lower in the presence of daminozide, independent of concentration. The use of plant regulator daminozide was effective in reducing plant height of *S. betulifolius*.

Key-words: Native ornamental plant, coral-da-serra, genetic resource, floriculture.

Introdução

O gênero *Siphocampylus* Pohl (Campanulaceae, Lobelioideae) apresenta mais de 200 espécies, desde pequenas árvores, arbustos, até plantas herbáceas com hábito escandente. As folhas são simples e as flores isoladas em racemos terminais. As espécies deste gênero, em geral, produzem flores vistosas com corola vermelha, arroxeadas, creme, amarela ou verde. Os frutos são do tipo cápsula, com numerosas sementes (EFLORA, 2004).

Siphocampylus betulifolius (Cham.) G. Don é um subarbusto de até 1 m de altura, ereto e ramoso com caules jovens pubescentes e adultos glabrescentes. As folhas, com até 10 cm de comprimento e seis cm de largura, são alternadas com pecíolos de um a três cm; lâminas cortadas, subcortadas ou ovaladas de ápice acuminado e base decurrente. As flores são axilares, solitárias, com pedicelo de até quatro cm, corola vermelha com limbo amarelo (Figura 1). Desenvolve frutos em cápsulas obcônicas, glabrescentes e sementes elípticas. Como nomes

¹ Manuscrito submetido em 07/07/2011 e aceito para publicação em 31/10/2011.

² Eng. Agr., Técnico do Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS. R. Dr. Salvador França, 1427, CEP 90690-000, Porto Alegre, RS. E-mail: csfior@ufrgs.br.

³ Eng. Agr. M.Sc., Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS. E-mail: daialattuada@gmail.com.



Figura 1 - Planta de *Siphocampylus betulifolius* em pleno florescimento em casa de vegetação

vulgares são mencionados jaratataca, sifocâmpilo e coral-da-serra (TRINTA e SANTOS, 1989).

De ocorrência natural nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, é uma espécie de luz difusa ou heliófita, possivelmente sem preferências pronunciadas por condições de solo, encontrada no interior ou na orla de matas, bem como em beira de matas e capoeiras nos aparados da Serra Geral e outras regiões de altitude (500 - 1.400 m) em Santa Catarina (TRINTA e SANTOS, 1989). No Rio Grande do Sul foram encontradas populações apenas na região de São José dos Ausentes e Cambará do Sul (FIOR et al., 2004). Algumas características da espécie, principalmente o florescimento em ambiente sombreado, destacam seu potencial para exploração como planta ornamental de vaso, embora apresente porte elevado para tal finalidade.

Plantas de vaso, desenvolvidas em casa de vegetação, muitas vezes tornam-se robustas, com tamanho maior que o desejado. Com a utilização de reguladores químicos é possível obter plantas com porte adequado ao propósito de produção. Este tratamento pode ser realizado por via foliar ou solo, com produtos como: daminozide; chlormequat; ancymidol; paclobutrazol; uniconazole e hidrazida maleica durante a fase de rápido crescimento vegetativo ou mesmo logo após o início do floresci-

mento. Plantas de vaso como crisântemos, bico-de-papagaio, kalanchoe, azaleia, gerânio, begônia, calceolária e outras espécies, podem ser tratadas com esses reguladores vegetais (HARTMANN et al. 1988; HERTWIG, 1977). Esses produtos são frequentemente usados na produção de flores de vaso modificando a morfologia, resultando em plantas de menor estatura.

A aplicação de daminozide é realizada somente via foliar, não sendo ativo quando aplicado no substrato, pois é desativado rapidamente. É muito móvel em todas as partes da planta após aplicação. A concentração em pulverização é geralmente de 1.250 a 5.000 ppm. Daminozide é efetivo em muitas produções comerciais, contudo, para espécies como amor-perfeito, impatiens, gerânio, lírios, dentre outras, tem pouco efeito (BARRET, 1992).

A maioria dos retardantes de crescimento como o daminozide atuam na inibição da síntese de giberelina, reduzindo a divisão e alongação celular sem serem fitotóxicos ou alterarem o desenvolvimento padrão da espécie. São comumente usados para reduzir o desenvolvimento da parte aérea de plantas ornamentais, sendo a atividade de daminozide como retardante de crescimento restrita a algumas espécies. (TAIZ & ZEIGER, 2004; RADEMACHER, 2000).

Daminozide pode ser aplicado via foliar em *Euphorbia pulcherrima* Willd., em concentrações variando de 2.000 a 3.000 ppm, quando as brotações laterais estiverem com 2,5 a 5 cm de comprimento. Em alguns casos o tratamento é repetido. Contudo, o produto ocasiona um atraso no florescimento e redução do tamanho das brácteas. As folhas adquirem tonalidade verde escura (LOPES, 1977).

Em crisântemo (*Dendranthema morifolium* Ramat.), pulverização com daminozide realizada quatro semanas antes do período de florescimento pode afetar a coloração das flores, principalmente para cultivares brancas (TAYAMA, 1992).

Atualmente o mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais apresenta grande potencial de crescimento e interesse por produtos diferenciados. Neste contexto, a introdução de novos produtos na floricultura nacional é de grande importância, principalmente espécies tropicais adaptadas às nossas condições de cultivo, pois atendem à necessidade de produtores e consumidores por novidades e estimula a comercialização (PINTO & GRAZIANO, 2003). O *S. betulifolius* tem inflorescência e folhagem altamente decorativas e de grande potencial para a produção de plantas floridas em vaso. Contudo são poucos os estudos com esta espécie.

O objetivo do trabalho foi testar a eficiência de daminozide na redução do porte das plantas de *S. betulifolius*, de forma a adequá-las para uso como planta de vaso.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de primavera e verão, em Porto Alegre, RS (30°03'S e 51°10'W), em ambiente de telado (30 % de interceptação luminosa). Foram utilizadas mudas de *S. betulifolius* obtidas através de semeadura em casa de vegetação, tendo a altura homogênea em dois cm através da remoção da porção apical por uma tesoura de poda. O experimento foi conduzido em vasos tipo 15 E (1,5 L), preenchido por substrato à base de serragem e casca de pinus compostada estabilizada, com pH 4,3, densidade úmida de 659,85 kg m⁻³ e condutividade elétrica de 40 µS cm⁻¹ (diluição em água deionizada 1:10 - massa de substrato:volume de água).

Pouco antes do preenchimento dos vasos, foram incorporados a cada litro de substrato três gramas de adubo de liberação lenta Basacote® - três a quatro meses (fórmula N:15, P:9 e K:12, mais micronutrientes).

Os tratamentos constaram de três concentrações de ácido succínico-2,2 dimetilhidrazida (da-

minozide), sendo elas: 0, 2500 e 4500 ppm, utilizando-se como fonte o produto comercial B-nine®. As aplicações foram realizadas ao 6º, 15º, 30º, 45º e 75º dias após o transplante das mudas para os vasos. As aplicações foram por aspersão sobre as folhas com auxílio de pulverizador, sendo 8 mL da solução por planta nas duas primeiras aplicações e 12 mL nas demais. Quinzenalmente analisaram-se as variáveis: altura média das plantas (cm), número médio de brotações, de folhas, de botões florais e de flores abertas por planta e por vaso.

A reposição hídrica foi através de subirrigação com lâmina de água de 5 cm, aplicada até atingir a capacidade de vaso do substrato, a cada dois dias, irrigando-se individualmente cada conjunto de vasos de cada tratamento.

Utilizou-se o delineamento experimental completamente casualizado. Cada tratamento foi composto por uma parcela de 25 vasos, com três mudas cada. Para cada avaliação foram sorteados sete vasos por tratamento. As médias de cada vaso foram utilizadas para as análises estatísticas, sendo elas: teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e igualdade das variâncias (Levene), análise de variância paramétrica (5 %) e teste de comparação de médias Tukey (5 % de probabilidade de erro), além de análise de regressão linear das variáveis em relação às concentrações de daminozide e ao tempo transcorrido desde a primeira aplicação dos tratamentos. Quando os dados não apresentaram distribuição normal, ou apresentaram variâncias desiguais, foram transformados pela equação $x+10$.

Resultados e Discussão

As plantas de *S. betulifolius* mostraram-se sensíveis à aplicação de daminozide, tendo este influenciado na maioria das variáveis avaliadas.

Já na primeira avaliação, aos 35 dias após o início do experimento (29 dias após a primeira aplicação), perceberam-se diferenças entre os tratamentos para algumas variáveis, principalmente altura das plantas e número de folhas (Figura 2).

Aos 133 dias de acompanhamento, a análise da variância apontou diferença significativa para todas as variáveis, com exceção do número de botões florais por planta (P=104).

O desenvolvimento vegetativo das plantas tratadas com daminozide apresentou tendência linear significativa, indicando decréscimo à medida que se aumentou a concentração do produto, sendo mais intenso na maior delas (Figuras 2 e 3).

Em estudo com reguladores de crescimento (paclobutrazol, daminozide e daminozide + chlormequat)

em açafão-da-conchinchina (*Curcuma alismatifolia*), observou-se tendência de controle na altura da parte-aérea, da folhagem e do comprimento da haste floral com cerca de 2,5 aplicações de 1,28g L⁻¹ de daminozide. Contudo, o paclobutrazol foi mais

efetivo no controle do desenvolvimento das plantas, provavelmente pela maior atividade residual (PINTO et al. 2006).

O número de flores abertas foi superior no tratamento testemunha (Figuras 3 e 4), além disso, a

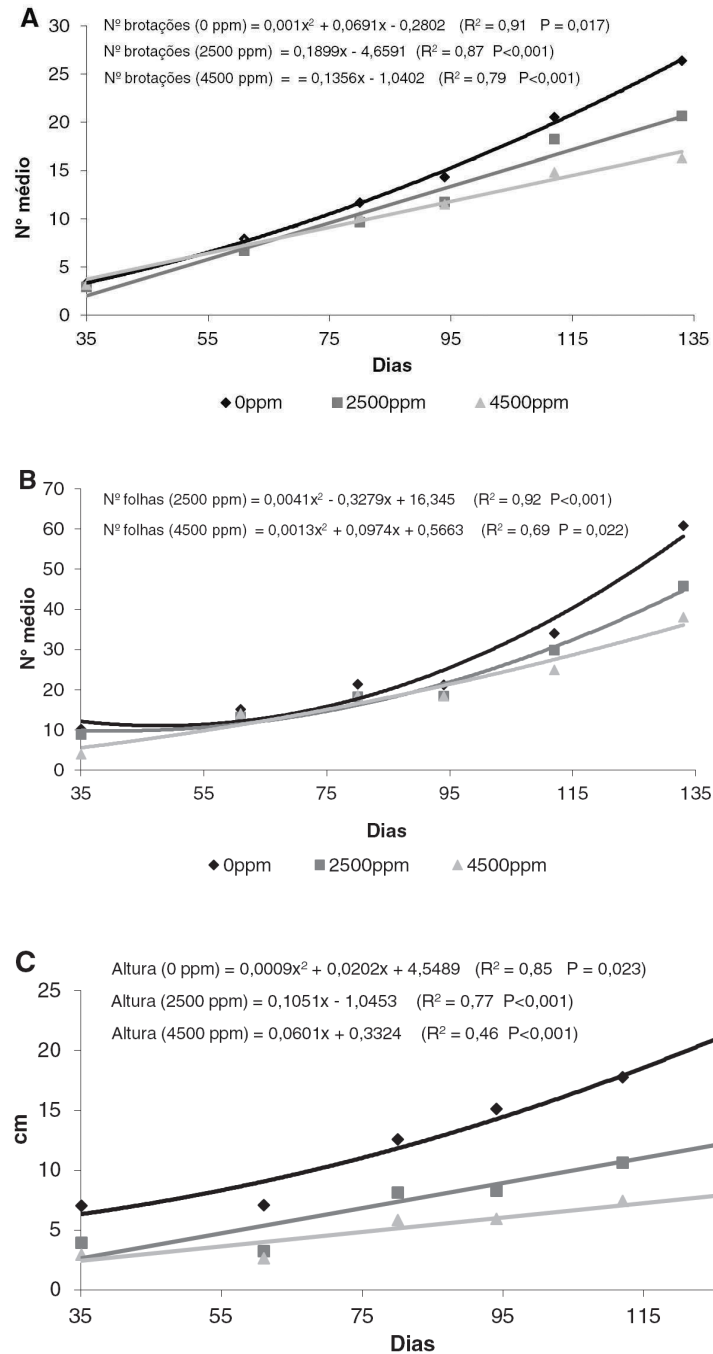


Figura 2 - Desenvolvimento de plantas envasadas de *Siphocampylus betulifolius* submetidas a aplicações quinzenais do regulador de crescimento daminozide em três concentrações (A: número de brotações por planta; B: número de folhas por planta; C: altura das plantas)

USO DE DAMINOZIDE NA REDUÇÃO DO PORTE DE PLANTAS
ENVASADAS DE *SIPHOCAMPYLUS BETULIFOLIUS*

aplicação do fitoregulador provocou atraso no início do florescimento em cerca de 20 dias, independente da concentração utilizada ($P < 0,01$). A redução no desenvolvimento vegetativo possivelmente tenha reduzido o acúmulo de reservas, o que poderia justificar o atraso no florescimento.

O uso do regulador de crescimento daminozide na concentração de 4000 ppm, seis aplicações semanais, diminuiu a altura de plantas de girassol ornamental cv. Sunbright, não interferindo no diâmetro de inflorescência (NEVES et al., 2009). No entanto, esta mesma concentração, em aplicação única, não alterou significativamente o tamanho das

plantas de *Ruellia colorata*, mas provocou atraso do ponto de comercialização (CARLUCCI et al., 1991).

O efeito de daminozide depende da concentração aplicada, da espécie de planta e da cultivar (LODETA et al., 2010). Também, depende da idade da planta e da temperatura ambiente (BARRET, 1992). Este autor sugere maior efeito sobre plantas cultivadas em regiões frias do que em regiões de clima tropical. Esta informação é importante para o presente trabalho, uma vez que *S. betulifolius* é uma espécie de ocorrência em altitudes elevadas, as quais estão associadas a temperaturas mais amenas durante o verão e baixas durante o inverno.

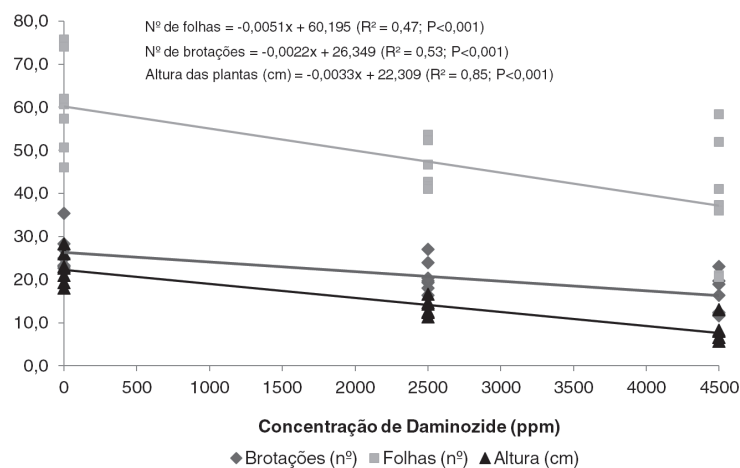


Figura 3 - Números médios de brotações, folhas e altura de *Siphocampylus betulifolius*, aos 133 dias sob aplicações quinzenais do regulador de crescimento daminozide

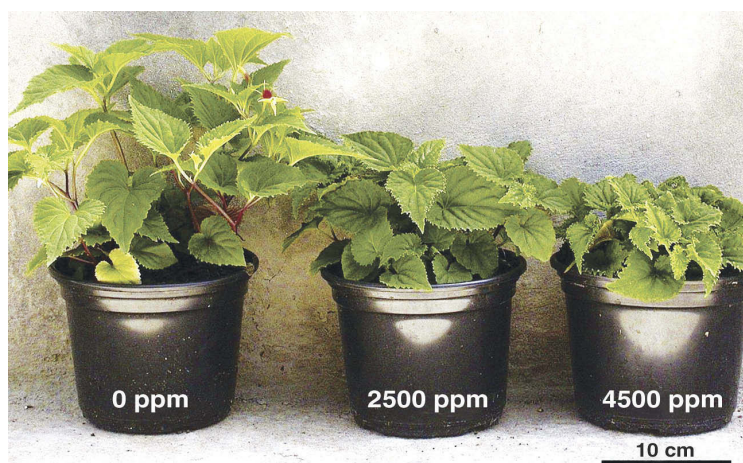


Figura 4 - Plantas de *Siphocampylus betulifolius* aos 90 dias após início de pulverizações quinzenais com daminozide nas concentrações 0, 2500 e 4500 ppm

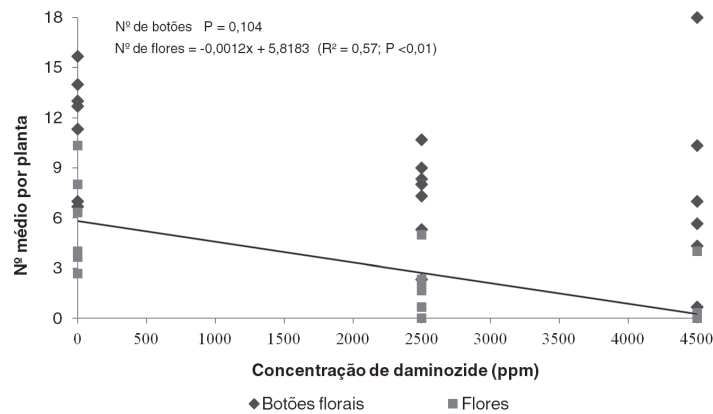


Figura 5 - Números médios de botões florais e flores de *Siphocampylus betulifolius*, aos 133 dias sob aplicações quinzenais do regulador de crescimento daminozide

A ação de daminozide reduzindo a altura das plantas se deve à diminuição do comprimento dos entrenós. O mesmo foi observado por TOLOTTI et al. (2003), onde a aplicação semanal na dosagem de 4000 ppm de daminozide reduziu a altura e aumentou o diâmetro das hastes de crisântemo, não alterando o número de entrenós. Neste estudo, ainda foi observado que com o aumento das doses, há também aumento do diâmetro dos pedúnculos florais.

Os retardadores de crescimento afetam a formação de células e a elongação do internódio abaixo do meristema, embora não afetem o número de internódios. Esses podem ser referidos como antigiberelinas. Além disso, produzem folhas menores e com um verde mais forte, o que também foi observado visualmente em *S. betulifolius* no presente trabalho, embora estas variáveis não tenham sido quantificadas. Contudo, todos os retardantes de crescimento têm ação fisiológica similar, com poucas diferenças em resposta na produção. As razões para essas diferenças não são claramente compreendidas (BARRET, 1992).

O conhecimento sobre as preferências ambientais e o potencial das espécies da flora nativa contribuem para o desenvolvimento de sistemas de uso sustentável de plantas, inclusive para a contenção do iminente processo de extinção de germoplasma (FIOR et al. 2004). Como um primeiro estudo, as respostas obtidas no presente trabalho apontam para a possibilidade da utilização de daminozide em plantas de *S. betulifolius* destinadas à produção de plantas envasadas. Alterações indesejadas, como a diminuição do número de brotações, número de flores, bem como o atraso do início da floração, são efeitos negativos que podem ser contornados mediante avaliações mais aprofundadas em

estudos futuros. Contudo, alguns aspectos devem ser ressaltados.

Embora não mencionado para a maioria das espécies até então estudadas, foi constatado no presente estudo que o daminozide provocou redução no número de folhas e ramificações. Este efeito pode afetar diretamente o acúmulo de reservas em função da redução da capacidade fotossintética e comprometer o florescimento de forma a depreciar o produto final. No entanto, é possível que esse fator possa ser controlado. Para tanto, há necessidade de se conhecer o efeito de concentrações intermediárias às dosagens utilizadas, sua interação com o número de aplicações, bem como com alterações nos elementos ambientais a fim de conhecer melhor a ação deste fitorregulador sobre essa espécie. Quando bem esclarecidas, estas informações serão importantes para o estabelecimento de um protocolo relacionando melhores dosagens e número de aplicações de daminozide com a fase de desenvolvimento das plantas.

Ainda assim, a redução na altura das plantas de 40 % e 65 %, nas dosagens de 2500 e 4500 ppm de daminozide apontam o importante efeito obtido, indicando a possibilidade do seu uso.

Conclusão

O tratamento de mudas de *Siphocampylus betulifolius* através de pulverizações foliares com daminozide altera sua morfologia, resultando em plantas mais compactas.

São necessários mais estudos com outras concentrações ou periodicidade de aplicações, a fim de minimizar o efeito de daminozide na redução do número de flores de *S. betulifolius*.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Ari D. Nilson, Andréia M. Carneiro e Rosana M. Senna pela coleta e identificação do material botânico e ao Eng. Agrônomo Cirilo Gruszynski pelas importantes contribuições para a realização do trabalho.

Referências

- BARRET, J. E. Mechanisms of action. In: Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio, Ohio Florists Association, p. 12-18, 1992.
- CARLUCCI, M. V.; FAHL, J. I.; MATTHES, L. A. F. Efeito de retardantes de crescimento em *Ruellia colorata*. Revista Fisiologia Vegetal, Campinas, v. 3, n. 2, p. 103-106, 1991.
- EFLORA, CHINESE PLANT NAMES. Citation databases. Equador: 2004. Disponível em <<http://www.eflora.org>>. Acesso em: 23 de julho de 2007.
- NEVES, M. B.; ANDRÉO, Y. S.; WATANABE, A. A.; FAZIO, J. L.; BOARO, C. S. F. Uso de daminozide na produção de girassol ornamental cultivados em vaso. Revista Eletrônica de Agronomia, Garça, v. 16, n. 2, p. 31-37, 2009.
- FIOR, C. S.; CALIL, A. C.; LEONHARDT, C. *Siphocampylus betulaefolius* (Cham.) G. Don: propagação e potencial ornamental, Iheringia - Série. Botânica, Porto Alegre, v. 59, n. 2, p. 207-210, 2004.
- HARTMANN, H. T.; KOFRANEK, A. M.; RUBATZKY, V. E. e FLOCKER, W. J. Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants. 2.ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988, 674p.
- HERTWIG, K.V. Manual de herbicidas desfolhantes, desseccantes e fitoreguladores. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977, 480 p.
- LODETA, K. B.; BAN, S. G.; PERICA, S. DUMIČIĆ, G. e BUĆAN, L. Response of poinsettia to drench application of growth regulators. Journal of Food, Agriculture e Environment, Helsinki, vol. 8, n. 1, p. 297-301, 2010.
- LOPES, L. C. O cultivo do crisântemo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1977. 12 p. Boletim de extensão, 22.
- PINTO, A. C. R.; GRAZIANO, T. T.; BARBOSA, J. C.; LASMAR, F. B.; Retardadores de crescimento na produção de plantas floridas envasadas de açafraão-da-conchinchina. Braçaria, Campinas, v. 65, n. 3, p. 369-380, 2006.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: Effect on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Art-Med, 2004.
- TAYAMA, H.K. Chrysanthemums (Potted) In: Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio, Ohio Florists Association, p. 40-41, 1992.
- TRINTA, E.; SANTOS, E. Flora Ilustrada catarinense – Campanulaceae. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1989, 80 p.
- TOLOTTI, J. C. C.; BELLE, R. A.; MAINARDI, L. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) 'Snowdown' em vaso I: doses e frequências de aplicação de daminozide. Ciência Rural, Santa Maria, vol. 33, n. 6, p. 1045-1051, 2003.

Escarificação química em sementes de pitangueira¹

Daiane Silva Lattuada², Paulo Vitor Dutra de Souza³

Resumo – A escarificação química pode ser utilizada em sementes para otimizar sua germinação e uniformizar a produção de mudas, facilitando o manejo da cultura. Neste contexto, realizou-se um experimento com objetivo de testar a escarificação química em sementes de pitangueira (*Eugenia uniflora*). Os tratamentos adotados foram uma testemunha (T) (sem tratamento químico) e escarificação química (EQ) das sementes (6 % NaCl + 3mg L⁻¹ HCl + 20g L⁻¹ NaOH comercial) durante 40 minutos. Ao longo do experimento observou-se o número de sementes emergidas e, ao final deste, avaliou-se o percentual de emergência, o tempo médio de emergência, o índice e o coeficiente de velocidade de emergência, além dos parâmetros de crescimento das mudas (altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca de parte aérea e raiz). Adotou-se o delineamento experimental completamente casualizado, com três repetições de 21 sementes por tratamento para o teste de emergência e três repetições com sete mudas cada tratamento para os parâmetros de crescimento da planta. A escarificação permitiu reduzir significativamente o tempo médio de emergência, aumentou o índice e o coeficiente de velocidade de emergência das sementes e, ainda, incrementou os parâmetros de desenvolvimento das mudas de pitangueiras.

Palavras chave: propagação, dormência de sementes, *Eugenia uniflora*.

Chemical scarification of Surinam cherry seeds

Abstract – The chemical scarification can be used in seeds to optimize germination and uniform seedling production, facilitating the management of culture. In this context, was made an experiment with object to test chemical scarification of seeds of Surinam cherry (*Eugenia uniflora*). The treatments consisted of control (T) (without chemical treatment) and chemical scarification (EQ) seeds (6 % NaCl + 3 mg HCl L⁻¹ + 20 g NaOH L⁻¹) for 40 minutes. The number of seeds germinated was evaluated throughout the experiment. The percentage of emergency, mean emergency time, rate and coefficient of emergency, and the seedling growth parameters (height, stem diameter, leaf diameter, leaf number, leaf area, fresh and dry weight of shoot and root) were analyzed at the end of the test. The experimental design was completely randomized with three replications of 21 seeds per treatment to test emergency and three replicates of seven plants per treatment for the parameters of plant growth. Scarification has reduced significantly the mean emergence time, increased the rate and coefficient of germination and also increased growth parameters in seedling surinam cherry.

Key words: propagation, seeds dormancy, *Eugenia uniflora*.

Introdução

Para a instalação de pomares frutícolas, é incontestável a utilização de mudas de qualidade para assegurar o sucesso deste tipo de empreendimento. No Rio Grande do Sul, a maioria dos viveiros envolvidos na produção de espécies arbóreas nativas o faz a partir de sementes coletadas de matas nativas (POESTER et al, 2009). Desta

forma, verifica-se uma enorme carência de oferta de mudas produzidas com tecnologia que garanta a qualidade quanto às características agrônomicas e, conseqüentemente, assegure o fortalecimento econômico da exploração, para atender às exigências dos mercados consumidores. Este fato concorre para desestimular a consolidação da atividade de produção de mudas, inviabilizando iniciativas de implantação de viveiros comerciais. Neste contexto,

¹ Trabalho desenvolvido com apoio da Capes e do CNPq. Manuscrito submetido em 20/10/2011 e aceito para publicação em 20/01/1011.

² Eng.a Agrônoma, doutoranda no PPGFitotecnia, UFRGS. E-mail: daialattuada@gmail.com.br.

³ Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor do Departamento de Horticultura e Silvicultura, PPGFitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, bolsista CNPq. E-mail: pvd Souza@ufrgs.br.

há necessidade da realização de pesquisas para obtenção de tecnologias aplicadas, com o objetivo de aumentar a diversidade de mudas de espécies nativas com quantidade e qualidade a custos adequados.

A pitangueira (*E. uniflora* L.) é originária da região que se estende desde o Brasil Central até o norte da Argentina, no entanto sua distribuição se fez ao longo de quase todo o território brasileiro, bem como em várias partes do mundo (FRANZON, 2004). É uma espécie frutífera e ornamental com potencial fitoterápico, podendo ser incluída em projetos de re-vegetação de áreas degradadas (REITZ *et al.* 1988; MARCHIORI & SOBRAL 1997; LORENZI 1998; BACKES & IRGANG 2002).

No Brasil, a maioria dos pomares de pitangueira é formado por mudas do tipo pé-franco, ou seja, resultantes de propagação via sementes. Mudas assim propagadas resultam em pomares desuniformes, quanto ao crescimento, floração e frutificação, dificultando as atividades de manejo da cultura (LIRA JÚNIOR *et al.*, 2007). Embora a propagação por sementes seja uma fonte de variabilidade genética, este tipo de muda é recomendado para a formação de porta-enxertos para propagação vegetativa de cultivares de alto rendimento agrícola e industrial, pois são adaptadas às condições de solo e clima da região de cultivo (HOFFMANN *et al.*, 2005).

Sementes do gênero *Eugenia* apresentam elevado teor de água (entre 40 % e 70 %); sendo consideradas recalitrantes; logo são sensíveis à dessecação (BARBEDO *et al.*, 1998; ANJOS & FERRAZ, 1999; ANDRADE & FERREIRA, 2000; ANDRADE *et al.*, 2003), o que acarreta problemas na sua viabilidade e no seu potencial de armazenamento. Em estudo de tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*, DELGADO & BARBEDO (2007) observaram que sementes de *Eugenia uniflora*, *E. brasiliensis*, *E. involucrata*, *E. pyriformis*, *E. umbelliflora* e *E. cerasiflora* são sensíveis à redução do teor de água para valores inferiores a 45 % e, acima deste valor, apresentam diferentes graus de sensibilidade à dessecação. Estes autores ainda concluíram neste estudo que sementes das espécies de *Eugenia* perdem a viabilidade em teores de água entre 15 % e 20 %.

As sementes de pitangueira não apresentam dormência; no entanto, o tegumento pode retardar a germinação das mesmas, prejudicando a uniformidade da germinação. A dormência pode estar relacionada ao fato de o tegumento atuar como barreira física à embebição de água ou à difusão de gases ou, ainda, pela presença no tegumento

de algum inibidor de desenvolvimento do embrião (SOESTISNA *et al.*, 1985). Diversos tratamentos são utilizados no tegumento de sementes com a finalidade de aumentar a taxa de germinação e a uniformidade de emergência das plantas. Processos físicos, como a imersão em água a diferentes temperaturas, calor seco, calor úmido, frio seco ou radiação, são exemplos (TEIXEIRA *et al.*, 2009). Também, há processos químicos com soluções ácidas, enzimas ou solventes orgânicos, e substâncias estimuladoras de germinação, como nitrato de potássio ou reguladores de crescimento. Além destas técnicas, há a remoção manual do tegumento (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência e o desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora*) provenientes de sementes escarificadas quimicamente.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre (30°04'26,04" S e 51°08'7,08" W; 46,97 m de altitude), no período de 27 de setembro a 25 de novembro de 2008 (temperatura média no período de 21,8 °C). As sementes foram extraídas de frutos maduros de plantas nativas oriundas de Porto Seguro (BA). A coleta dos frutos foi realizada em julho de 2008, sendo imediatamente após extraídas suas sementes; lavadas com água corrente, postas a secar por 24 horas em papel absorvente, à sombra e em temperatura ambiente. Em seguida, foram armazenadas em sacos plásticos fechados e em temperatura de 3 °C a 5 °C até realização do experimento.

Os tratamentos constaram de uma testemunha (semeadura direta, sem tratamento químico) e escarificação química, onde 63 sementes de pitangueira foram imersas em solução contendo, 0,5 L de hipoclorito de sódio (NaClO) a 12 %, 3 mL de ácido clorídrico (HCl) e 20 g de hidróxido de sódio comercial (NaOH), diluídos para 1 L de água, permanecendo sob agitação por 40 minutos, com posterior lavagem em água corrente e remoção do tegumento, esfregando-se as sementes umas sobre as outras, no interior de um pano úmido (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

A semeadura foi realizada em caixas (dimensão de 36x55x15 cm) contendo areia autoclavada, profundidade de semeadura de 1 cm, mantidas em cultivo protegido sob irrigação (100 ml dia⁻¹). A cada três dias observou-se o número de plântulas

emergidas (surgimento das estruturas aéreas na superfície do substrato) e ao final do experimento avaliou-se o percentual de emergência (% E), tempo médio de emergência (TME), índice de velocidade de emergência (IVE) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE), calculados de acordo com OLIVEIRA (2009).

Após 60 dias de semeadura o teste de emergência foi finalizado, passando-se a avaliar os parâmetros de crescimento das mudas tais como a altura, medida do colo até o ápice da planta (cm); diâmetro do caule, ao nível do colo (mm); área foliar por planta (cm²), medida através de um medidor de área foliar marca LI-Cor, modelo LI - 3100; número de folhas por planta; massa fresca e massa seca de parte aérea e raiz (g). O acúmulo de massa seca das raízes e parte aérea por planta foi obtido pela secagem do material em estufa, com temperatura de 65 °C, até atingir peso constante.

O delineamento experimental adotado foi completamente casualizado com três repetições de 21 sementes por tratamento para o teste de emergência e três repetições com sete mudas cada tratamento para os parâmetros de crescimento da planta. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias (quando necessário os dados foram transformados usando X+10) diferenciadas estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Resultados e Discussão

Não houve influência da escarificação química sobre o percentual de emergência, contudo este tratamento reduziu significativamente o tempo médio de emergência, além do índice e do coeficiente de velocidade de emergência nas sementes de pitangueira, tendo uniformizado e antecipado a emergência das sementes em uma semana (Tabela 1). Os percentuais de emergência das sementes obtidos foram de 86 % e 84,33 % para o tratamento testemunha e escarificada, respectivamente (Tabe-

la 1), sendo similares aos observados, para esta mesma espécie, por SCALON et al. (2001) e por CARVALHO et al. (1998) (65,7 % e 80 % de germinação, respectivamente).

Embora não tenha influenciado no percentual de emergência, quando se aplicou a escarificação química, observou-se, através dos valores de tempo médio de emergência, índice de velocidade de emergência e coeficiente de velocidade de emergência (Tabela 1), maior uniformidade de emergência de sementes e conseqüentemente melhor homogeneidade no desenvolvimento das plantas, o que pode propiciar facilidades no manejo das mudas produzidas, além de reduzir o tempo e custo de produção para o viveirista.

Similar ao atual trabalho, em cagaiteira, (*Eugenia dysenterica* DC), foi observado que ao retirar-se o tegumento das sementes, para promover a germinação *in vitro* e sob efeito de luz, ocorre uma germinação mais rápida e uniforme, embora não haja incremento no percentual de emergência. Além destes efeitos, a escarificação nesta espécie ainda propiciou um menor número de plântulas com má formação (MARTINOTTO et al. 2007). RIZZINI (1971), estudando a germinação de sementes de cagaiteira, verificou um efeito retardador do tegumento na velocidade de germinação, proporcional ao grau de integridade deste. O mesmo autor relaciona esta dormência com a impermeabilidade do tegumento ao ar quando da embebição das sementes, o que causaria deficiência em oxigênio ao embrião.

As mudas de pitangueira obtidas através da escarificação de sementes apresentaram incremento em altura (2,12 cm), diâmetro do caule na altura do colo (0,07 mm), número de folhas (1,54 folhas), tendo ainda praticamente duplicado a área foliar (Tabela 2). Estes dados ressaltam que a escarificação das sementes propicia maior aceleração no desenvolvimento de mudas, uma vez que o maior diâmetro de caule sugere maior particionamento de fotoassimilados da parte aérea (SCALON et al., 2001). Diâmetro de caule bem desenvolvido é uma

Tabela 1 - Percentual de emergência (% E), tempo médio de emergência em dias (TME dias), índice de velocidade de emergência (IVE) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE) de sementes de pitangueira submetidas à escarificação química, cultivadas em casa de vegetação durante 60 dias. Porto Alegre, 2009.

	% E	TME (dias)	IVE**	CVE**
Escarificada	84,33	38,18*	0,27*	2,62*
Testemunha	86,00	44,73	0,13	2,24
CV %	10,80	2,02	13,28	1,76

* Médias diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

** Médias transformadas (X+10).

Tabela 2 - Altura (cm), diâmetro (mm), número de folhas e área foliar de mudas de pitangueira obtidas a partir da germinação de sementes de pitangueira submetidas à escarificação química, cultivadas em casa de vegetação durante 60 dias. Porto Alegre, 2009.

	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Número de Folhas	Área Foliar (cm ²)
Escarificada	7,11*	1,13*	5,64*	15,61*
Testemunha	4,99	1,06	4,10	8,89
CV %	12,81	2,38	35,36	26,85

* Médias diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade (Médias transformadas (X+10)).

Tabela 3 - Massa fresca de parte aérea e raiz e massa seca de parte aérea e raiz de mudas de pitangueira obtidas a partir da germinação de sementes de pitangueira submetidas à escarificação química, cultivadas em casa de vegetação durante 60 dias. Porto Alegre, 2009.

	Massa Fresca (g)		Massa Seca (g)	
	Parte Aérea	Raiz	Parte Aérea	Raiz
Escarificada	0,34*	0,88*	0,14*	0,27*
Testemunha	0,18	0,85	0,09	0,36
CV %	1,19	1,95	0,73	0,96

* Médias diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade (Médias transformadas (X+10)).

característica desejável já que garante maior sustentação da muda (SCALON et al., 2001). Além de permitir antecipar a enxertia, portanto reduzindo o período necessário para produção das mudas.

Da mesma forma, o número de folhas é um fator inteiramente ligado ao desenvolvimento da planta, visto que elas são o principal local onde ocorre a fotossíntese, e também por serem centros de reserva, fonte de auxina e cofatores de enraizamento que são translocados para a base, contribuindo, ainda, para a formação de novos tecidos, como as raízes, sendo por isso mais importante que os caules (PEREIRA et al., 1991; HARTMANN et al., 1997). Entretanto, segundo SOUZA et al. (2006), o diâmetro do caule é um item fundamental para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais. De acordo com esses autores, dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. O diâmetro do caule é um bom indicativo de qualidade de mudas e tem forte correlação com a porcentagem de sobrevivência de mudas (CARNEIRO, 1995).

Quanto à massa fresca e seca de parte aérea e massa fresca de raiz, as mudas obtidas de sementes escarificadas apresentaram maior desen-

volvimento (Tabela 3). Contudo, a massa seca de raiz foi superior para as mudas de pitangueira do tratamento testemunha. Isto se deveu ao engrossamento das estruturas das raízes destas mudas, que pode ter ocorrido pelo estresse causado pelo maior período para germinar e o desgaste do embrião para romper o tegumento.

Resultado similar ao deste estudo foi encontrado por OLIVEIRA et al. (2006), trabalhando com tratamentos químicos para remoção do tegumento do porta-enxerto 'Trifoliata'. Estes autores concluíram que, independentemente da concentração adotada para o tratamento químico da semente, as sementes escarificadas emergiram mais rápido e resultaram em plantas com parâmetros de desenvolvimento vegetativo significativamente superiores às plantas oriundas de sementes com o tegumento intacto ou de sementes onde foi realizada a retirada manual do tegumento.

Conclusões

A escarificação permitiu reduzir o tempo médio de emergência, aumentar o índice e o coeficiente de velocidade de emergência das sementes e ainda, acelerar o desenvolvimento vegetativo de mudas de pitangueiras.

Referências

- ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R.; SOUZA, A. F.; REIS, R. B.; ALMEIDA, K. L. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. *Seed Science and Technology*, v. 31, p. 125-137, 2003.
- ANDRADE, R. N. B.; FERREIRA, A. G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) - Myrtaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, p. 118-125, 2000.
- ANJOS, A. M. G.; FERRAZ, I. D. K. Morfologia, germinação e teor de água das sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). *Acta Amazonica*, v. 29, p. 337-348, 1999.
- BACKES, P.; IRGANG, B. Árvores do Sul: guia de identificação & interesse ecológico. As principais espécies nativas sul-brasileiras. Rio de Janeiro: Instituto Souza Cruz-Clube da Árvore, 2002.
- BARBEDO, C. J.; KOHAMA, S.; MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C. Germinação e armazenamento de diásporos de cerejeira (*Eugenia involucrata* DC. - Myrtaceae) em função do teor de água. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, p. 184-188, 1998.
- CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF/Campos: UENF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. H. Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia. Belém: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). 1998. 18 p.
- DELGADO, L. F. & BARBEDO, C. J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de Eugenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 2, p. 265-272, 2007.
- FARIAS, V. C. C.; COSTA, S. S.; BATALHA, L. F. P. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 19, n. 2, p. 193-200, 1997.
- FRANZON, R. Frutíferas Nativas do Sul do Brasil, Palestras do II Simpósio Nacional do Morango e I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas, Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124, 2004 p. 251-265.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T. *Plant propagation: principles and practices*. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall International, 1997. 770 p.
- HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. *Propagação de plantas frutíferas*. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, cap. 2, p. 45-109, 2005.
- LIRA JÚNIOR, J. S. ; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F. Pitangueira. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, 2007. 87 p.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1. Nova Odessa, Plantarum, 382 p. 1998.
- MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. Dendrologia das angiospermas – Myrtales. Santa Maria: Editora da UFSM, 304 p. 1997.
- MARTINOTTO, C.; PAIVA, R.; SANTOS, B. R.; SOARES, F. P.; NOGUEIRA, R. C.; SILVA, A. A. N. Efeito da escarificação e luminosidade na germinação *in vitro* de sementes de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) *Ciência agrotecnica*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1668-1671, 2007.
- OLIVEIRA, R. P. DE; SCIVITTARO, W. B.; RADMANN, E. B. Escarificação química da semente para favorecer a emergência e o crescimento do porta-enxerto Trifoliata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n. 9, p. 1429-1433, 2006.
- OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. *Inter Science Place*, ano 2, n. 4, 2009.
- PEREIRA, F. M.; PETRECHEN, E. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares 'Rica' e 'Paluma', em câmaras de nebulização. *Científica*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 199-206, 1991.
- POESTER, G. C.; COSSIO, R. R.; MELLO, R.; RUMI, R. Avaliação da diversidade de espécies arbóreas nativas produzidas em viveiros do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 4, p. 3722-3725, 2009.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Sudesul-HBR, 1988.
- RIZZINI, C. T. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1971, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: Ed. Blucher, 1971. p. 61-64.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 3, 2001.
- SOETISNA, U.; KING, M. W.; ROBERTS, E. H. Germination test recommendations for estimating the viability of moist or dry seeds of lemon (*Citrus limon*) and lime (*C. aurantifolia*). *Seed Science and Technology*, v. 13, p. 87-110, 1985.
- SOUZA, C. A. M. OLIVEIRA, R. B.; FILHO, S. M.; SOUZA, J. L. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. *Ciência Florestal*, v.16, n. 3, p. 243-249, 2006.
- TEIXEIRA, P. T. L.; SCHÄFER, G.; SOUZA, P. V. D.; TODESCHINI, A.. A escarificação química e o desenvolvimento inicial de porta-enxertos cítricos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 865-871, 2009.

Viabilidade e armazenamento de sementes de *Xylosma ciliatifolia*¹

Claudimar Sidnei Fior², Cristina Leonhardt³, Anaíse Costa Calil⁴

Resumo – *Xylosma ciliatifolia* (Clos) Eichler é uma espécie arbórea nativa no Brasil. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade de suas sementes, bem como, verificar a longevidade das mesmas mediante armazenamento em dois ambientes. Sementes recém coletadas foram submetidas à determinação do teor de água e a testes de germinação em diferentes regimes térmicos e substratos, além de emergência em casa de vegetação. Amostras armazenadas em câmara fria (5±2 °C e 80 % de UR do ar) e câmara seca (17±2 °C e 45 % de UR do ar) foram submetidas a testes periódicos de viabilidade em germinadores e emergência em casa de vegetação. Inicialmente, a germinação em ambiente controlado e a emergência em casa de vegetação foram próximas a 95 % e 80 %, com tempos médios de seis e 12 dias respectivamente, e após 560 dias em câmara seca as sementes apresentaram viabilidade acima de 70 %. Sementes de *X. ciliatifolia* apresentaram alta viabilidade e o ambiente de câmara seca propiciou melhores condições para estender a longevidade.

Palavras-chave: germinação, plantas nativas, longevidade de sementes.

Viability and storage of seeds of *Xylosma ciliatifolia*

Abstract – *Xylosma ciliatifolia* (Clos) Eichler is a wood species, is a native wood species from Brazil. This study aimed to identify seed viability and seed longevity under storage in two environments. Seeds from fresh fruits were collected and subjected to water content determination, germination tests in different thermal regimes and substrates, and emergency in greenhouse conditions. Samples stored in cold chamber (5±2 °C and 80 % RH air) and dry chamber (17±2 °C and 45 % RH air) were subjected to periodic viability tests in germination chamber and evaluated concerning emergency in greenhouse. Initially, the germination in controlled environment and the emergence in greenhouse were among close to 95 % and 80 %, with average times of six and 12 days, respectively. Seeds of *X. ciliatifolia* presented high viability and storage in dry chamber allowed the conservation of viability for longer.

Keywords: germination, native plant, seed longevity.

Introdução

A família Salicaceae é composta por 55 gêneros e 1010 espécies. São plantas tipicamente de ambiente tropical, podendo, contudo, ser encontradas também em clima temperado (APG, 2003). No Brasil ocorrem 18 gêneros e 96 espécies, sendo 30 endêmicas (MARQUETE et al., 2010). O gênero *Xylosma* G. Forster possui cerca de 95 espécies, sendo 49 na América Central e América do Sul, o restante na Ásia e no Pacífico (KLEIN E SLEUMER, 1984).

Xylosma ciliatifolia (Clos) Eichler (= *Hisingera ciliatifolia* Clos) é uma espécie arbórea conhecida popularmente como sucará. Ocorre na Guiana

Francesa, Venezuela e Brasil (MISSOURI, 2009; SOBRAL et al., 2006), além de Paraguai e Bolívia (Missouri, 2009). No Brasil, ocorre na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (MARQUETE et al., 2010) e no Rio Grande do Sul é frequente na floresta com araucária (REITZ et al., 1988; SOBRAL et al., 2006) e na Bacia do Alto Uruguai (REITZ et al., 1988).

A espécie, também conhecida por espinho-de-agulha ou espinho-de-judeu, desenvolve-se até oito metros de altura, raramente 12 m. O diâmetro do tronco pode chegar a 20 cm, apresentando numerosos espinhos ramificados, com até 10 cm de comprimento. Floresce nos meses de agosto a outubro. As flores são unissexuais e formam-se em

¹ Manuscrito submetido em 27/07/2011 e aceito para publicação em 07/09/2011.

² Eng. Agr., Técnico do Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (JB/FZB-RS), Doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS. R. Dr. Salvador França, 1427, CEP 90690-000, Porto Alegre, RS. E-mail: csfior@ufrgs.br.

³ Eng.ª Agr.ª, M.Sc., Pesquisadora do JB/FZB-RS. E-mail: leonhardt@fzb.rs.gov.br.

⁴ Bióloga, Esp., Pesquisadora do JB/FZB-RS. E-mail: anaise.calil@fzb.rs.gov.br.

fascículos axilares, em número de quatro a oito por fascículo. Sua coloração é verde amarelada, destacando-se principalmente nas sépalas. Os frutos são subglobosos com cinco a seis milímetros de diâmetro, contendo três ou quatro sementes cada. É uma espécie de luz difusa ou heliófita e seletiva higrófila. Desenvolve-se, principalmente, nos subosques dos pinhais, no interior dos capões e mais raramente na Floresta Estacional do Alto Uruguai (KLEIN e SLEUMER, 1984).

Muitas espécies arbóreas nativas, as quais são genericamente chamadas de “mato”, são recursos genéticos com potenciais inexplorados e, portanto, de interesse agropecuário, medicinal ou ambiental ainda desconhecido. Assim, sua utilização, por exemplo, na recuperação ambiental de áreas degradadas ou para oferta de alimentos à fauna na arborização urbana tem seu uso limitado em função da carência de informações sobre o manejo de suas sementes, principalmente no que se refere às condições e tempo de armazenamento (LEONHARDT et al., 2010).

Não foram encontrados trabalhos de pesquisa com propagação de *X. ciliatifolia*, bem como, não há informações na literatura sobre a viabilidade e a longevidade de suas sementes.

O presente trabalho teve como objetivo conhecer aspectos relacionados à viabilidade de sementes de *Xylosma ciliatifolia* (Clos) Eichler, bem como, verificar a longevidade das sementes armazenadas em dois ambientes distintos.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Sementes do Jardim Botânico de Porto Alegre/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, no período de novembro de 2007 a novembro de 2009.

Frutos visualmente maduros foram coletados no município de Antônio Prado, RS, no mês de novembro de 2007. Em laboratório, as sementes foram isoladas dos frutos manualmente. Imediatamente uma amostra de sementes foi submetida à determinação do teor de água (TA), pelo método de estufa a 105 °C, descrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), com duas repetições de 100 sementes. Foi realizado um experimento inicial, onde foram testados substratos e regimes térmicos, visando identificar as condições mais favoráveis à germinação das sementes da espécie.

Estabeleceu-se um experimento em fatorial, sendo o fator “A” composto por substratos em dois níveis: papel de filtro e areia média lavada e esterilizada em estufa a 130 °C por 12h, e o fator “B” por

três regimes térmicos: 20 °C e 25 °C constantes, e 20-30 °C alternados por 16 e 8h, respectivamente. Como recipientes foram utilizadas caixas tipo *gerbox* com 180 mL de areia umedecida a 60 % da capacidade de retenção de umidade (BRASIL, 2009), ou duas folhas de papel de filtro umedecidas com três mL de água destilada. As sementes foram estabelecidas sobre o substrato. As caixas com as sementes permaneceram em germinador tipo “mangelsdorf” regulado às temperaturas correspondentes, e sob luz constante (lâmpada fluorescente, com cerca de 50 Lux ao nível das prateleiras). Antes da semeadura procedeu-se à desinfestação das sementes em solução de hipoclorito de sódio 2 % i.a. durante 10 minutos, e posterior tríplice lavagem com água destilada.

O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições de 25 sementes em cada combinação de tratamento. A cada três ou quatro dias foram avaliados o número de sementes germinadas (protrusão de, pelo menos, dois milímetros de radícula) e plântulas normais formadas (raiz primária, hipocótilo e cotilédones).

Paralelamente foi conduzido um teste de emergência em casa de vegetação com o objetivo de testar a viabilidade das sementes em ambiente sem controle de temperatura e em situação próxima à condição de viveiro. Para tanto, foi utilizado um substrato composto pela mistura de areia média lavada e esterilizada + substrato comercial pó-de-coco Goldem Mix®, tipo PM, na proporção volumétrica de 1:2, respectivamente. Como recipiente foi utilizada uma bandeja de polietileno preto, rígido, preenchida com substrato a uma camada de cinco centímetros de altura. Para cada semeadura foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, as quais foram estabelecidas no substrato a uma profundidade de cinco milímetros. A irrigação foi realizada conforme a necessidade, verificada pela diferença de coloração na superfície do substrato. As avaliações foram realizadas a cada três ou quatro dias, sendo registrado o número de plântulas emergidas acima do nível do substrato. A temperatura e a umidade do ar foram monitoradas através de um microprocessador eletrônico programado para registros de ambas as variáveis a cada 30 minutos. Estes dados estão apresentados em forma de médias das máximas e das mínimas semanais, tanto para temperatura quanto umidade relativa do ar.

O restante das sementes foi dividido em duas subamostras homogêneas e armazenadas, respectivamente, em câmara fria (5±2 °C e 80 % de umidade relativa do ar) (CF), onde permaneceram em embalagem semipermeável de polietileno, e em

câmara seca (17 ± 2 °C e 45 % de umidade relativa do ar) (CS), sendo nessa acondicionadas em embalagem de papel. A viabilidade das sementes foi avaliada ao longo do período em armazenamento através de teste de germinação, formação de plântulas e teste de emergência em casa de vegetação. A cada período de avaliação foi verificado o teor de água das sementes. Estes testes foram realizados aos 30, 60, 90, 120, 180 e 270 dias, com as sementes armazenadas em CF, e 60, 210, 300, 360, 540 e 690 dias em CS. A diferença entre os tempos de execução dos testes nas sementes dos diferentes ambientes se deveu à restrita quantidade de sementes disponíveis, além do fato de que testes preliminares apontaram a câmara seca como ambiente mais favorável para a conservação da viabilidade, por isso, optou-se pelo maior intervalo entre os testes deste ambiente. A metodologia adotada foi idêntica ao primeiro experimento, excetuando-se o fato de que o teste de germinação foi realizado em germinador com regime térmico de 20-30 °C por 8 e 16h, respectivamente, e o substrato constituído apenas por areia umedecida a 60 % da capacidade de retenção de água (BRASIL, 2009).

Em todos os testes, o acompanhamento foi realizado por um período não inferior a 30 dias após a última germinação ou emergência registrada, totalizando cerca de 70 dias desde a semeadura. A partir dos dados das avaliações foram calculados: para os testes de germinação - percentuais de germinação (%G), de plântulas normais formadas em relação ao número de sementes semeadas (P/S) e de formação de plântulas normais em relação ao número de germinadas (P/G); 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; tempo médio de formação de plântulas (TMP), utilizando-se a mesma fórmula do TMG, considerando-se, no entanto, o tempo desde a semeadura até a identificação de todas as estruturas da plântula; para os testes de emergência - percentuais de emergência (%E), e tempo médio de emergência (TME), calculados conforme descrito para o TMG.

Os dados das avaliações de ambos experimentos foram submetidos a teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (Levene), sendo transformados em $Arc\ Sen(\sqrt{x})$ ou $Log(x+10)$, quando necessário. Os dados do primeiro experimento foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5 %). Nos casos em que a transformação não resultou em

dados com distribuição normal ou homogeneidade de variâncias foram realizadas análises não paramétricas. Os resultados de germinação e emergência ao longo do tempo de armazenamento em ambos os ambientes foram submetidos à análise de regressão polinomial, e o %G foi ainda analisado quanto à correlação com o teor de água das sementes no momento de cada teste, em ambos os ambientes de armazenamento. Os testes estatísticos foram considerados significativos quando a probabilidade de erro não excedera 5 % ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

No experimento inicial, os tratamentos com substratos e regimes térmicos não apresentaram diferença significativa para os percentuais de germinação e de plântulas formadas, tanto em relação ao número de semeadas (P/S) quanto ao de germinadas (P/G). O tempo médio de germinação (TMG) apresentou diferença significativa somente para o fator regime térmico, evidenciando resposta inferior no tratamento 20 °C, e sem interação com o fator substrato. Já o tempo médio para formação das plântulas (TMP) diferiu entre os substratos, entre os regimes térmicos, e apresentou interação entre ambos, apontando melhores resultados nos regimes térmicos 25 °C e 20-30 °C, em areia, e 20-30 °C em papel de filtro (Tabela 1). Os demais níveis de ambos os fatores não diferiram, mostrando-se igualmente inferiores. Embora estas diferenças não tenham apontado uma única combinação de tratamentos como resultado superior de ambos os fatores, elegeu-se o regime térmico 20-30 °C e o substrato areia como padrão para os demais testes.

As sementes armazenadas em CF perderam umidade nos primeiros 30 dias até próximo de 32 %, mantendo valores aproximados durante cinco meses, porém, apresentaram um incremento no final do acompanhamento, aos 270 dias, quando a germinação já era bem inferior à inicial. Diferentemente, as sementes armazenadas em CS perderam mais de 80 % da umidade inicial, sem, contudo, perderem a viabilidade (Figura 1).

Observou-se ao longo do armazenamento em CS a redução dos percentuais de germinação e plântulas formadas com intensidade mais acentuada somente ao final do período, porém, ainda apresentando em média 45 % de germinação (Figura 2).

No presente trabalho as sementes de *X. ciliatifolia* apresentaram TMG semelhantes (aproximadamente sete dias) para sementes de ambos os ambientes até 150 dias de armazenamento (Figura 3). A partir deste período, quando as sementes armazenadas em CF já

Tabela 1 - Viabilidade de sementes recém coletadas de *Xylosma ciliatifolia*, semeadas em diferentes regimes térmicos e substratos. (Plântulas: percentual de plântulas normais formadas em relação ao número de sementes; Plântulas/Germinadas: Percentual de plântulas normais formadas sobre o percentual de sementes germinadas; TMG: tempo médio de germinação; TMP: tempo médio para formação de plântula; CV%: coeficiente de variação).

Substratos	Regime térmico	Germinação	Plântulas	Plântulas / Germinação	TMG (dias)	TMP (dias)		
		----- % -----						
Areia	20 °C	96	96	100	6,21	b*	17,47	c
	25 °C	94	93	99	6,10	a	13,09	a
	20-30 °C	100	99	99	6,10	a	13,08	a
Papel de filtro	20 °C	96	96	100	6,47	b	17,66	c
	25 °C	96	94	98	5,83	a	14,09	b
	20-30 °C	98	96	98	5,86	a	12,93	a
Valor P	Substrato	0,591	0,599	0,568	0,443		0,01	
	Regime Térmico	0,254	0,402	0,202	0,012		<0,01	
	Interação	0,732	0,612	-	0,083		<0,01	
Transformação		Asen Raiz (x/100)	Asen Raiz (x/100)	-	-		Log x + 10	
CV%		10,2	10,9	**	4,1		0,4	

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey 5 %).

**Análise não paramétrica (Kruskal-Wallis).

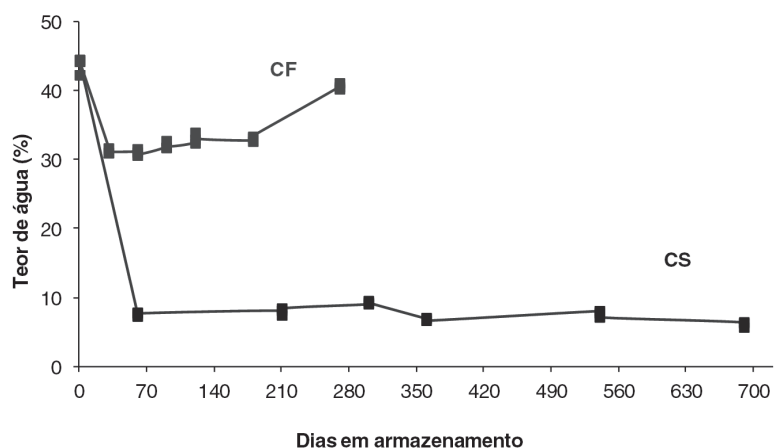


Figura 1 - Teor de água de sementes de *Xylosma ciliatifolia* no ponto da coleta e durante o armazenamento em câmara fria (5±2 °C e 80 % de umidade relativa do ar) (CF), e câmara seca (17±2 °C e 45 % de umidade relativa do ar) (CS).

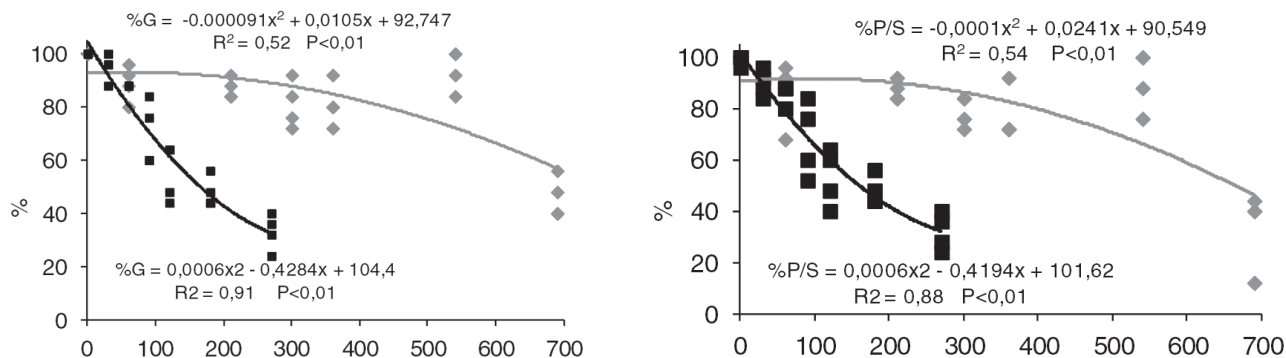


Figura 2 - Germinação e formação de plântulas de *Xylosma ciliatifolia* logo após a coleta e durante o armazenamento em câmara fria (5 ± 2 °C e 80 % de umidade relativa do ar) (CF), e câmara seca (17 ± 2 °C e 45 % de umidade relativa do ar) (CS). **A.** Percentual de germinação e **B.** Percentual de plântulas formadas em relação ao número de sementes (P: valor de probabilidade de erro da análise de regressão polinomial).

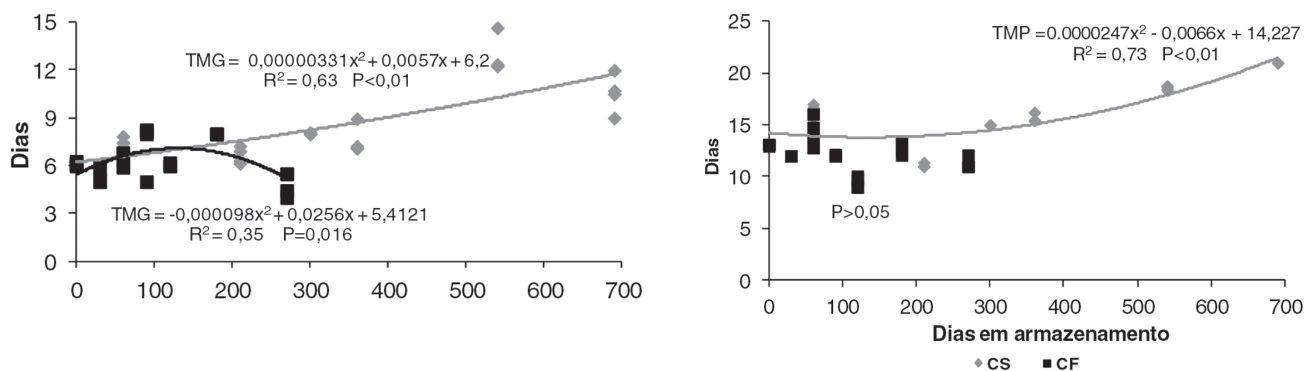


Figura 3 - Germinação e formação de plântulas de *Xylosma ciliatifolia* logo após a coleta e durante o armazenamento em câmara fria (5 ± 2 °C e 80 % de umidade relativa do ar) (CF), e câmara seca (17 ± 2 °C e 45 % de umidade relativa do ar) (CS). **A.** Tempo médio de germinação e **B.** Tempo médio de formação de plântulas. (P: Valor de probabilidade de erro da análise de regressão polinomial).

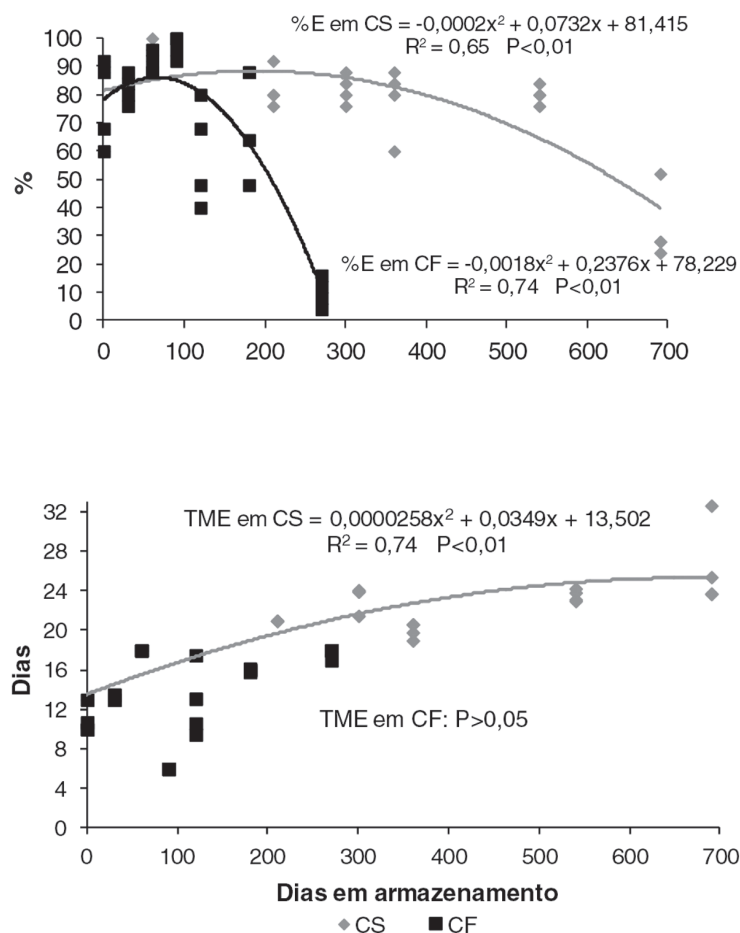


Figura 4 - Emergência de *Xylosma ciliatifolia* em casa de vegetação logo após a coleta e durante o armazenamento em câmara fria (5 ± 2 °C e 80 % de umidade relativa do ar) (CF), e câmara seca (17 ± 2 °C e 45 % de umidade relativa do ar) (CS). **A.** Percentual de emergência; e **B.** Tempo médio de emergência (TME). (**P:** valor de probabilidade de erro da análise de regressão polinomial).

apresentavam viabilidade abaixo de 54 %, perceberam-se tendências distintas entre os ambientes para o TMG, sendo que, a redução do TMG das sementes armazenadas em CF não pode ser atribuída a incremento de vigor das sementes, uma vez que a viabilidade das mesmas apresentava-se muito baixa.

A mesma tendência foi observada para o TMP das sementes armazenadas em CS, pois a curva de regressão apontou TMP de 14 a 20 dias entre o início e o final do período de armazenamento, respectivamente. Já as sementes armazenadas em CF não apresentaram regressão significativa para esta variável em relação ao tempo de armazenamento.

Desde o ponto da coleta até cerca de 90 dias de armazenamento, em ambos os ambientes, os per-

centuais de emergência foram igualmente elevados (Figura 4). No entanto, após este período, verificou-se intensa queda no percentual de emergência das sementes armazenadas em CF. Conforme tendência apontada pela regressão quadrática (Figura 4), o armazenamento das sementes em CS permitiu índices de emergência acima de 70 % por até 480 dias, enquanto que em CF, para os mesmos percentuais, o tempo máximo de armazenamento foi de 160 dias. Nessas condições, a permanência por até 270 dias reduziu a viabilidade para menos de 12 %.

As sementes de *X. ciliatifolia* apresentaram elevado teor de água no ponto da coleta, o que para muitas espécies é indicio de comportamento fisiológico recalcitrante ou intermediário (Ferreira e

Borghetti, 2004). No entanto, outras espécies com sementes coletadas com conteúdos de água elevados, como *Randia ferox* (Cham. e Schlecht.) DC, apresentaram comportamento ortodoxo após a secagem (LEONHARDT et al., 2008).

Para sementes de outra salicácea, *Casearia sylvestris*, Bitencourt e Homechin (1998), obtiveram 9 % de umidade, enquanto Imatomi et al. (2009) entre 15 e 23 %. Segundo estes autores, houve redução em 30 % do teor de água de sementes de *C. sylvestris* armazenadas em câmara fria (5 °C). No presente trabalho, esta redução foi semelhante, porém em menor tempo, pois após 30 dias do início do armazenamento a umidade havia reduzido em 30 % do valor inicial. Contudo, o incremento do teor de umidade ocorrido no final do período de acompanhamento, quando a germinação já era bem inferior à inicial, sugere a ocorrência de absorção de água do ambiente, possivelmente em função da degradação dos tecidos, indicada pela perda de viabilidade, fatores estes que podem estar relacionados. De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), sementes armazenadas em locais com elevada umidade relativa do ar podem aumentar seu teor de água caso as mesmas não sejam embaladas em recipientes impermeáveis.

Sementes armazenadas em ambientes com baixa umidade relativa tendem a perder água até entrar em equilíbrio higroscópico com o ambiente, reduzindo a umidade para valores próximos a 10 %, dependendo da composição química das mesmas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). No presente trabalho, as sementes armazenadas em CS perderam mais de 80 % da umidade inicial. No entanto, não foi identificada correlação significativa entre o teor de água e o percentual de germinação durante o armazenamento em ambos os ambientes ($P > 0,05$) (dados não mostrados), o que indica a tolerância das sementes de *X. ciliatifolia* à dessecação.

Quanto ao tempo necessário para germinação, de acordo com Figliolia et al. (1993), em espécies florestais há variação muito grande do período, assim, é importante que as condições dos testes de viabilidade propiciem germinação rápida e homogênea. No presente trabalho as sementes de *X. ciliatifolia* apresentaram TMG semelhantes (aproximadamente sete dias) para sementes de ambos os ambientes até 150 dias de armazenamento.

De acordo com 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 das sementes. Os testes realizados em casa de vegetação apresentaram resultados de emergência de

plântulas semelhantes aos obtidos para germinação em laboratório.

As condições de ambiente seco e frio são mais favoráveis ao armazenamento de sementes ortodoxas (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Estudos mostram que o tempo de armazenamento de sementes ortodoxas é função do conteúdo de água da semente e da temperatura de armazenamento, sendo que algumas espécies podem ser armazenadas por períodos que variam de décadas a séculos (ROBERTS, 1973; HONG et al., 1996). Embora as sementes de *X. ciliatifolia* apresentassem elevado teor de água na coleta, pressupondo um comportamento não ortodoxo, demonstraram tolerância à dessecação e, ainda, foram beneficiadas pela secagem, apresentando longevidade superior no ambiente de câmara seca. Estes resultados indicam que as sementes de *X. ciliatifolia* apresentam comportamento não recalcitrante em relação ao armazenamento.

Imatomi et al. (2009), constataram que sementes de *Casearia sylvestris* podem ser conservadas por até dois anos em ambiente de câmara fria, em embalagem de vidro. Com o presente trabalho, verificou-se que no armazenamento das sementes de *X. ciliatifolia* em ambiente de câmara fria (5 °C e 85 % de umidade relativa do ar) houve redução da viabilidade para valores abaixo de 70 % por período igual ou superior a 92 dias.

A coleta frequente e regular de sementes de espécies florestais nativas, em muitos casos, pode não ser possível. Por isso, com base nos resultados do presente trabalho, pode-se constatar que a formação de mudas de *X. ciliatifolia* a partir de sementes armazenadas nas condições aqui destacadas, apresenta-se plenamente viável, principalmente utilizando-se o ambiente de câmara seca.

Conclusões

Sementes de *Xylosma ciliatifolia* apresentam viabilidade superior a 90 %, além de germinação rápida e uniforme imediatamente após a coleta. O armazenamento das sementes em câmara seca apresenta-se como melhor alternativa, pois permitiu a manutenção da viabilidade em níveis acima de 70 % por até 560 dias.

Referências Bibliográficas

APG (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society, London, v. 141, p. 399-436, 2003.

- BITENCOURT, L. F.; HOMECHIN, M. Avaliação da qualidade sanitária de sementes de guaçatonga (*Casearia sylvestris* Swartz - Flacourtiaceae) por três métodos de incubação. Revista Brasileira de Sementes, Campinas, v. 20, n. 1, p. 233-236, 1998.
- BOTREL, R.T.; RODRIGUES, L. A.; GOMES, L. J.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L. Uso da vegetação nativa pela população local no município de Ingaí, MG, Brasil, Acta Botanica Brasilica, v. 20, n. 1, p. 143-156, 2006.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, L. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI F (Org.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Atmed, 2004. 323p.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES. Cap. 4, 1993. p. 137-174.
- HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. Seed storage behaviour: a compendium. Handbooks for Genebanks nº 4. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 656p.
- IMATOMI, M.; FERREIRA, A. G.; PEREZ, S. C. J. G. A. Caracterização e comportamento germinativo de sementes de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae). Revista Brasileira de Sementes, v. 31, p. 1-11, 2009.
- KLEIN, R. M.; SLEUMER, H. O. Flacourtiáceas. In: Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.). Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1984. p. 1-96.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; SOUZA, L. S.; SILVA, V. S. Comportamento germinativo de sementes de limoeiro-do-mato *Randia ferox* (Cham. e Schlecht.) DC (Rubiaceae) armazenadas em câmara seca. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 161-167, 2008.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; FIOR, C. S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg.) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC – *Myrtaceae* armazenadas em câmara fria. Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre, v. 65, n.1, p. 25-33, 2010.
- MARCOS FILHO, L.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W.R. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ. 1987. 230 p.
- MARQUETE, R.; TORRES, R. B.; MEDEIROS, E. Salicaceae. In: Forza, R.C. et al. (eds.). Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil. vol. 2. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. p. 1600.
- MISSOURI, Botanical Garden. Disponível em: http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast. Acesso em: 17 set 2009.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, 1988. 525p.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology, Zurich, v. 1, n. 3, p. 499-514, 1973.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Análise da germinação – um enfoque estatístico. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2004. 248p.
- SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R. S. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. São Carlos: RiMA/Novo Ambiente. 2006. SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudo de fórmulas para cálculo da velocidade de germinação. Informativo ABRATES, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

**Controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae),
Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Cryptolestes ferrugineus*
(Coleoptera: Cucujidae) usando duas concentrações de gás fosfina
com diferentes períodos de exposição, em grãos de milho armazenados¹**

**Luidi Eric Guimarães Antunes², Edar Ferrari Filho³,
Patrícia Daniela da Silva Pires⁴, Priscila Correa Viebrantz⁵,
Roberto Gottardi⁶ e Rafael Gomes Dionello⁷**

Resumo – Estima-se que 10 % das perdas na pós-colheita de grãos estão relacionadas à infestação de insetos no armazenamento. Diversos métodos de controle são estudados, entre eles o uso de gás fosfina. Este trabalho objetivou o estudo da mortalidade de *Sitophilus zeamais* (50 insetos), *Tribolium castaneum* (20 insetos) e *Cryptolestes ferrugineus* (20 insetos) com uso de gás fosfina nas concentrações de 1 e 2 g m⁻³. Foram utilizadas câmaras cilíndricas para o armazenamento dos grãos de milho e frascos de vidro para armazenar os insetos. A duração do período de expurgo foi de cinco, sete e nove dias para cada tratamento. Além da mortalidade analisou-se também a concentração do gás fosfina no interior das câmaras e a emergência de insetos nos grãos expurgados. O tratamento testemunha ficou livre de fumigação. Em todos os períodos de expurgo foi obtido 100 % de mortalidade para as três espécies estudadas, em ambas as concentrações de fosfina. A concentração de gás fosfina diminuiu ao longo do tempo e não houve emergência de prole no período de 30 dias. Conclui-se que a fosfina nas concentrações de 1 e 2 g m⁻³ é eficaz no controle de *S. zeamais*, *T. castaneum* e *C. ferrugineus* sem produção de descendentes.

Palavras-chaves: gorgulho-do-milho, besouros-de-grãos, fumigação

**Control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae),
Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Cryptolestes*
ferrugineus (Coleoptera: Laemophloeidae) using two concentrations
of phosphine gas with different exposure time, in grains of corn stored**

Abstract – It is estimated that 10 % of post-harvest losses of grain are related to insect infestation in storage. Several control methods are studied, including the use of phosphine gas. This work aimed to study the mortality of *Sitophilus zeamais* (50 insects), *Tribolium castaneum* (20 insects) and *Cryptolestes ferrugineus* (20 insects) using phosphine gas at concentrations of 1 and 2 g m⁻³. Cylindrical chambers were used for the storage of corn and jars to hold the insects. The duration of the purge was five, seven and nine days for each treatment. Besides the mortality was also analyzed the concentration of phosphine gas inside the chambers and the emergence of insects in grain purged. The control treatment was free of fumigation. In all periods of purge, was obtained 100 % mortality for the three species studied, both concentrations of phosphine. The phosphine gas concentration has decreased over time and there was no emergence of offspring at 30 days. It is concluded that phosphine concentrations of 1 and 2 g m⁻³ is effective in controlling *S. zeamais*, *T. castaneum* and *C. ferrugineus* without producing offspring.

Key-words: maize weevil, grain beetles, fumigation

¹ Manuscrito submetido em 15/03/2011 e aceito para publicação em 1^o/10/2011.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitossanidade. Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 15100, CEP 91540-000. Fone (51) 3308-7404.

² Mestrando em Fitotecnia/Bolsista Capes. luidieric.antunes@gmail.com.

³ Mestrando em Fitotecnia/Bolsista Capes. edarff@gmail.com.

⁴ Estudante de Graduação/Bolsista CNPq. patydpires@gmail.com.

⁵ Estudante de Graduação. priscilac.viebrantz@gmail.com.

⁶ Estudante de Graduação/Bolsista CNPq. r.gottardi@yahoo.com.br.

⁷ Professor do Dep. de Fitossanidade, UFRGS. rafadionello@hotmail.com.

Introdução

De acordo com a FAO (2006), todos os anos milhões de toneladas de cereais, raízes, tubérculos, frutas e hortaliças não vão à mesa do consumidor em países em desenvolvimento devido à precariedade nas instalações de armazenamento e controle de pragas, aliadas a problemas de logística, transporte e comercialização. Segundo IBGE (2011), perde-se 10 % do total produzido na pós-colheita.

A espécie *S. zeamais* é praga primária interna com capacidade de infestar os grãos tanto no campo como no armazenamento; o dano é realizado por larvas ou por adultos, que têm elevado potencial de reprodução; possui muitos hospedeiros, como milho, trigo, arroz, cevada, etc. A espécie *T. castaneum* é praga secundária, dependendo do ataque de outras espécies para poder se instalar nos grãos armazenados, alimenta-se de vários tipos de grãos. Já a espécie *C. ferrugineus* é praga secundária que pode destruir grãos fendidos, rachados e quebrados, neles penetrando e atacando o germe. Consume grãos quebrados e restos de grãos e farinhas (ELIAS et al., 2009).

De acordo com Antunes et al. (2011), lotes de grãos de milho infestados com *S. zeamais*, sem nenhum tipo de controle, podem apresentar redução de até 17 % em relação ao peso inicial e 42,55 % em relação à gordura após 120 dias de infestação.

Uma das maneiras de reduzir as perdas na pós-colheita de grãos causada por insetos é a aplicação do gás fosfina (PH₃) (único a eliminar todas as fases de vida dos insetos), inseticidas organofosforados e piretróides (LORINI et al., 2001), com doses e tempos adequados.

Para eliminar a infestação de insetos presentes em um lote de grãos com uso do expurgo, deve-se observar a perfeita vedação do local a ser expurgado e as normas de segurança para os produtos em uso. É necessário verificar o período de exposição e a hermeticidade do local, evitando-se assim a presença de qualquer saída ou entrada de ar no local a ser expurgado, pois perdas de concentração do gás podem favorecer a sobrevivência dos insetos – o que acarreta em indivíduos tolerantes ao produto (ELIAS et al., 2009).

Segundo esse mesmo autor, o produto a ser utilizado para expurgo dos grãos, pela eficácia, facilidade de uso, segurança de aplicação e versatilidade, é a fosfina. Deve-se evitar a aplicação com temperaturas inferiores a 10 °C e umidade inferior a 25 %. Como a fosfina não deixa resíduo, os grãos expurgados podem ser reinfestados em pouco tempo após a abertura das vedações. Segundo Lorini

et al. (2007) estas três espécies já apresentam tolerância ao expurgo com gás fosfina.

Ao trabalharem com a espécie *T. castaneum*, Aguiar et al. (2010) verificaram que ao combinar fosfina (1 g m⁻³) com controle de dióxido de carbono, as larvas com até cinco dias são mais suscetíveis ao controle.

Estudando a exposição de adultos de *S. zeamais* à fumigação com fosfina durante 10 dias, Pinto Junior et al., (2004), verificaram suscetibilidade para as doses de 1, 2, 3, 4 e 5 g m⁻³.

Em função das perdas expressivas na pós-colheita causadas por insetos, o presente estudo visou avaliar a exposição ao gás fosfina de três espécies de coleópteros em grãos de milho, expostos a diferentes concentrações do gás e tempo de exposição.

Material e Métodos

Os testes foram realizados na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na cidade de Eldorado do Sul, km 47 da BR 290 (30°05'52" S, 51°39'08" W e altitude média de 46 m).

Foram utilizadas câmaras cilíndricas metálicas com altura de 0,79 m e diâmetro de 0,57 m (0,2 m³) contendo 70 kg de grãos de milho com teor de umidade de 12 % (b.u.). Esses grãos estavam a granel e devido à presença de insetos foram realizadas coletas para mensurar o nível de infestação, o qual acusou média de 250000 insetos por tonelada de grãos.

As concentrações do ingrediente ativo de fosfina da marca Gastoxin®B57 foram 1 e 2 g m⁻³, sendo cada tratamento constituído por três repetições (câmaras cilíndricas). Os períodos de análise foram cinco, sete e nove dias após a colocação das pastilhas de gás fosfina. No tratamento controle, não se realizou aplicação de produto.

Foram utilizados adultos com idade variando entre 20 e 30 dias, não sexados, sendo 50 *S. zeamais*, 20 *T. castaneum* e 20 *C. ferrugineus*. Os insetos foram isolados em recipientes de vidro com volume variando de 200 a 500 mL fechados com tecido tipo *voile* para permitir as trocas gasosas. Cada recipiente recebeu 100 g de grãos de milho quebrado.

Os frascos com os insetos foram colocados entre os grãos de milho, no interior de cada câmara e na metade de sua altura, no lado oposto ao local de deposição da pastilha de fosfina e presos com fio de *nylon* para facilitar sua localização no momento de retirada dos mesmos.

Após a colocação das pastilhas, fecharam-se as câmaras na parte superior com sua respectiva

tampa e a abertura foi vedada com fita adesiva, obtendo-se assim um local hermético.

Em cada câmara foram adaptados canos metálicos para a medição da concentração de gás no interior. Para evitar perdas do gás durante a verificação, cada câmara contou com dois canos: um para a saída do gás até o medidor e outro para o retorno do gás após a medição.

A medição da concentração do gás foi realizada com equipamento modelo Porta Sens II. Inicialmente, mediu-se com duas e três horas após o fechamento das câmaras. A partir disso, as medições ocorreram com intervalos de 24 horas até o término de cada tratamento. Também foi monitorada a temperatura ($36,8 \pm 5,0$ °C) e a UR ($74,1 \pm 10,0$ %) do ar ambiente, com termohigrômetro.

Após a fumigação, dentro de cada período de exposição, abriram-se as câmaras e coletaram-se os recipientes plásticos contendo os insetos. Posteriormente analisaram-se a sobrevivência e mortalidade em cada repetição, conforme os autores Procópio et al., 2003, Pereira et al., 2003, Coitinho et al., 2006 e Martins & Oliveira, 2008. Optou-se por verificar a mortalidade dos insetos 4 horas após a retirada dos frascos, evitando-se assim qualquer contato com o gás.

Foram retiradas três amostras de grãos de milho, 500 g cada, utilizados no interior de cada câmara para verificar a emergência de novos adultos, já que esses grãos estavam infestados. Verificou-se a presença de insetos nessas repetições antes do armazenado. Essas amostras foram armazenadas

por 30 dias em sala climatizada (25 ± 5 °C; 60 ± 10 % UR; fotoperíodo de 16L:8E)

A análise de variância foi realizada com o programa Bioestat 5.0 e as médias analisadas com o teste Tukey a 1 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

Em ambas as concentrações, 1 e 2 g m⁻³, bem como em todos os períodos de exposição ao gás fosfina, de cinco a nove dias, obteve-se 100 % de mortalidade para todas as espécies de insetos (Tabela 1). Não houve mortalidade de insetos nos tratamentos controle, sem aplicação da fosfina.

Pimentel et al. (2008) verificaram resistência de *S. zeamais* e *T. castaneum* à fosfina, o que não foi verificado neste experimento, onde as espécies foram suscetíveis às duas concentrações utilizadas.

A obtenção de 100 % de mortalidade para as três espécies estudadas está relacionada à taxa de respiração dos mesmos; segundo esses autores populações com menor taxa respiratória apresentam menor mortalidade, o que está possivelmente relacionado ao mecanismo de resistência à fosfina.

Athié et al. (2001), estudando a quantificação de fosfina por cromatografia gasosa visando ao controle de *T. castaneum*, verificaram que em suas concentrações utilizadas, 0,2 a 0,4 mg L⁻¹, controlaram de 2,9 a 51,1 % das seis populações estudadas. Os autores relatam que uma pastilha apresenta 1,19 mg de fosfina, deste modo a concentração de 2 g m⁻³ seria equivalente a menor concentração utilizada

Tabela 1 - Porcentagem média (%) de mortalidade de adultos de *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e *Cryptolestes ferrugineus*, submetidos a diferentes períodos de fumigação (5, 7 e 9 dias) com duas concentrações de fosfina (1 e 2 g m⁻³ de i. a.) a $36,8 \pm 5,0$ °C e $74,1 \pm 10,0$ % UR.

Insetos	Tratamentos	Mortalidade (%) em diferentes períodos de fumigação		
		5 dias	7 dias	9 dias
<i>Sitophilus zeamais</i>	1 g. i.a.	100* Aa	100 Aa	100 Aa
	2 g. i.a.	100 Aa	100 Aa	100 Aa
	Controle	0 Ba	0 Ba	0 Ba
<i>Tribolium castaneum</i>	1 g. i.a.	100 Aa	100 Aa	100 Aa
	2 g. i.a.	100 Aa	100 Aa	100 Aa
	Controle	0 Ba	0 Ba	0 Ba
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	1 g. i.a.	100 Aa	100 Aa	100 Aa
	2 g. i.a.	100 Aa	100 Aa	100 Aa
	Controle	0 Ba	0 Ba	0 Ba

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade.

pelos autores, sendo assim os dados obtidos neste trabalho não corroboram os apresentados por esses autores – isto pode estar relacionado às populações serem de origens diferentes e por isso serem mais suscetíveis do que as utilizadas por esses autores. A hermeticidade do local de aplicação do expurgo também pode ter levado à menor mortalidade obtida pelos autores.

Os resultados de mortalidade de *S. zeamais* encontrados neste trabalho avigoram o que foi relatado por Pinto Junior et al. (2004), que submetem 10 adultos a 10 dias de exposição ao gás fosfina com concentração de 1, 2, 3, 4 e 5 g m⁻³, sendo em todas as concentrações obtido 100 % de mortalidade. Desta forma, pode-se afirmar que é possível eliminar todos os adultos presentes no lote a ser expurgado, em período de exposição inferior a 10 dias. O que também se pode verificar no presente trabalho, onde, com cinco dias de exposição e duas doses de aplicação, a mortalidade foi de 100 % em adultos das três espécies estudadas. Mostrando na menor dose e no menor período de tempo uma eficiência igual às demais.

Em relação à concentração de gás fosfina (ppm) no interior das câmaras, as médias obtidas para 5 dias foram de 379, 43 (1 g. i.a.) e 735,90 (2 g. i.a.), para 7 dias foram de 369,74 (1 g. i.a.) e 510,00 (2 g. i.a.), já para 9 dias foram de 202,39 (1 g. i.a.) e 456,88 (2 g. i.a.). Percebe-se a diminuição das concentrações do gás conforme aumenta o tempo de exposição (Figura 1 e Figura 2).

De acordo com Krzyzanowski et al. (2010), a recomendação técnica para o expurgo é a concen-

tração de gás fosfina ficar acima de 400 ppm para o controle de todas as fases dos insetos-pragas de grãos armazenado durante todo o período de realização do expurgo. Neste experimento a concentração ficou abaixo da recomendada a partir do terceiro dia para o tratamento de nove dias com 1 g m⁻³, já quando se utilizou a concentração de 2 g m⁻³ a concentração ficou abaixo de 400 ppm após o sexto dia. Mesmo que a concentração do gás fosfina tenha permanecido acima do recomendado (400 ppm) nas primeiras 48 horas, não recomenda-se o expurgo somente neste período, visto que é possível a resistência por parte das fases imaturas (ovo, larva e pupa) dos insetos, durante as quais a taxa de respiração é menor (fases de ovo e pupa).

Em relação às amostras de grãos retiradas do interior de cada câmara, não se observou emergências de insetos até 30 dias após a abertura das câmaras. Devido ao fato de a concentração detectada no interior das câmaras ter sido inferior à recomendada para a eliminação de todas as fases do ciclo de vida dos insetos, é possível que uma análise em um tempo superior a 30 dias de armazenamento possa detectar a presença de insetos vivos, pois os estágios de ovo e pupa são mais resistentes à ação do gás.

Conclusões

1. Adultos de *S. zeamais*, *T. castaneum* e *C. ferrugineus* são suscetíveis a concentração de 1 g m⁻³ do gás fosfina por 5 dias;

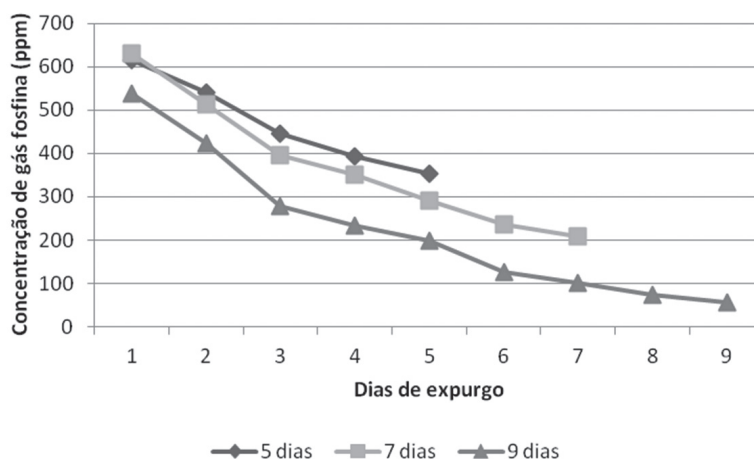


Figura 1. Monitoramento da concentração de gás fosfina (1 g m⁻³) no interior das câmaras cilíndricas durante o expurgo de milho infestado com adultos de *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e *Cryptolestes ferrugineus*, (36,8 ± 5,0°C e 74,1 ± 10,0 % UR).

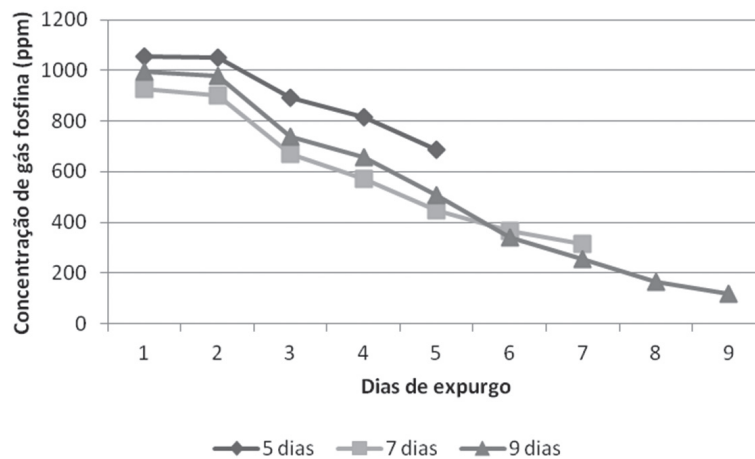


Figura 2. Monitoramento da concentração de gás fosfina (2 g m^{-3}) no interior das câmaras cilíndricas durante o expurgo de milho infestado com adultos de *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e *Cryptolestes ferrugineus*, ($36,8 \pm 5,0^\circ\text{C}$ e $74,1 \pm 10,0 \%$ UR).

2. A concentração de gás fosfina, mesmo abaixo da recomendada, mostrou-se eficaz no controle de adultos das três espécies estudadas;
3. Até 30 dias após o término dos expurgos não foi observada a emergência de insetos adultos nos grãos de milho utilizados para preencher as câmaras cilíndricas e que estavam infestados por *Sitophilus zeamais*.

Referências

- AGUIAR, R. W. S.; FARONI, L. R. D. A.; GUEDES, R. N. C.; SOUZA, A. H.; ROZADO, A. F. Toxicidade da combinação de dióxido de carbono e fosfina sob diferentes temperaturas para *Tribolium castaneum*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 881-886, 2010.
- ANTUNES, L. E. G.; VIEBRANTZ, P. C.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R. G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 615-620, 2011.
- ATHIÉ, I.; OLIVEIRA, J. J. V.; CASTRO, M. F. P. M.; BARBIERI, M. K. Resistência à fosfina de insetos de grãos armazenados por cromatografia gasosa. Brazilian Journal of Food Technology, v. 4, p. 43-47, 2001.
- AYRES, M.; AYRES, M. JR.; AYRES, D. L.; dos SANTOS, A. S. BioEstat 5.0 Aplicações estatísticas nas áreas da ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade civil Mamirauá/CNPq, 2007. 324 p.
- COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; JUNIOR, M. G. C. G.; CÂMARA, C. A. G. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* mots. (coleoptera: curculionidae) em milho armazenado. Revista Caatinga, Mossoró, v.19, n.2, p.176-182, abril/junho 2006.
- ELIAS, M. C.; LORINI, I.; MALLAMANN, C. A.; DILKIN, P.; OLIVEIRA, M.; MALLMANN, A. O. Manejo integrado no controle de pragas de grãos e derivados. Cap. 10. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. Aspectos Tecnológicos e Legais na Formação de Auditores Técnicos do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2009. 430 p.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations Better information sharing could reduce post-harvest food losses – New database launched (2006). FAO. Rome. Disponível em: <www.fao.org/es/>. Acesso em: 02 de dezembro de 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 30 de maio de 2011.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Efeito do expurgo com fosfina na qualidade fisiológica da semente de soja. In: Anais da 5ª Conferência Brasileira de Pós-Colheita, Foz do Iguaçu, p. 159-161, 2010.
- LORINI, I.; COLLINS, P. J.; DAGLISH, G. J.; NAYAK, M. K.; PAVIC, H. Detection and characterization of strong resistance to phosphine in Brazilian *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). Pest Management Science, v. 63, p. 358-364, 2007.
- LORINI, I.; FERREIRA, A. F.; BARBIERI, I.; DEMAMAN, N. A.; MARTINS, R. R. D.; OSVALDIR. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 32- 36, 2001.
- MARTINS, T. Z.; OLIVEIRA, N. C. Controle de *sitophilus zeamais* (coleoptera: curculionidae) no milho pipoca (*Zea mays* L.) tratado com terra de diatomácea. Campo Digital, Campo Mourão, v. 1, n. 2, p. 79-85, 2008.
- PEREIRA, P. R. V. S.; JUNIOR, A. R. P.; FURIATTI, A. R. Eficiência de inseticidas no controle de *Sitophilus oryzae* (L.)

(Coleoptera: Curculionidae) e *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) em cevada armazenada. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, Curitiba, v. 1, n. 3, p. 65-71, 2003.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D.; BATISTA, M. D.; SILVA, F. H. Resistance of stored-product insects to phosphine. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1671-1676, 2008.

PINTO JUNIOR, A. R.; PEREIRA, P. R. V.; FURIATTI, R. S. Eficácia de fosfina no controle de pragas de produtos armazenados em farelo de soja. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 53-57, 2004.

PROCÓPIO, S. O.; VENDRAMIM, J. D.; JÚNIOR, J. I. R.; SANTOS, J. B. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1231-1236, nov./dez., 2003.

Avaliações físicas e tecnológicas de grãos de milho submetidos à secagem intermitente em três temperaturas do ar de secagem e posteriormente armazenado por nove meses¹

Edar Ferrari Filho², Luidi Eric Guimarães Antunes³,
Roberto Gottardi⁴, Rafael Gomes Dionello⁵

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física e tecnológica de grãos de milho submetidos a secagem intermitente com diferentes temperaturas do ar e armazenados por nove meses, buscando-se reduzir perdas qualitativas e quantitativas destes grãos durante o período. Os grãos foram oriundos de lavoura experimental da Estação Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e secos até umidade de aproximadamente 13 %, utilizando secagem intermitente com uso de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) em temperaturas de 60, 70 e 80 °C. Foram realizadas análises de umidade, peso volumétrico, peso de mil grãos e grãos sem defeitos, provenientes de amostragem realizada após a secagem, e, posteriormente, a cada três meses no armazenamento, até nove meses de armazenamento. As maiores perdas físicas e tecnológicas ocorreram a partir dos seis meses de armazenamento para todos os tratamentos estudados. A secagem intermitente de grãos de milho, em temperaturas do ar de 60, 70 e 80 °C, não causou danos mecânicos visíveis e qualitativos imediatos aos grãos de milho. As maiores perdas físicas durante os nove meses de armazenamento ocorreram nos grãos submetidos à secagem intermitente em temperatura de 60 °C, enquanto as menores perdas tecnológicas ocorreram na temperatura de 70 °C.

Palavras-chave: *Zea mays* L., qualidade, perdas

Physical and technological evaluations of corn subjected to intermittent drying at three temperatures of the drying air and then stored for nine months

Abstract – The objective of this study was to evaluate the physical quality and technology of corn subjected to intermittent drying at different air temperatures and stored for nine months, aiming to reduce qualitative and quantitative losses of grain during the period. The grains were derived from experimental farm of the Experimental Station of Federal University of Rio Grande do Sul, and dried to moisture content of approximately 13 % using intermittent drying with the use of LPG (Liquefied Petroleum Gas) in temperatures of 60, 70 and 80 °C. Were analyzed to moisture, volumetric weight, thousand kernel weight and grain flawless, from sampling carried out after drying, and thereafter every three months in storage, up to nine months of storage. The major physical and technological losses occurred after six months of storage for all treatments. The intermittent drying of corn grains in air temperatures of 60, 70 and 80 °C did not cause mechanical damage to the immediate and qualitative visible grains of corn. The major physical losses during the nine months of storage occurred in grains subjected to intermittent drying at a temperature of 60 °C, while the smallest losses occurred in the technological temperature of 70 °C.

Keywords: *Zea mays* L., quality, loss

¹ Manuscrito submetido em 08/06/2011 e aceito para publicação em 25/01/2012.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitossanidade. Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 15100, CEP 91540-000. Fone (51) 3308-7404.

² Mestrado em Fitotecnia/Bolsista Capes. E-mail: edarff@gmail.com.

³ Doutorando em Fitotecnia/Bolsista Capes. E-mail: luidieric.antunes@gmail.com.

⁴ Estudante de Graduação/Bolsista CNPq. E-mail: r.gottardi@yahoo.com.br.

⁵ Professor do Dep. de Fitossanidade, UFRGS. rafionello@hotmail.com.

Introdução

O milho é o segundo grão em termos de produção no país, perdendo somente para a soja, chegando a aproximadamente 54 milhões de toneladas, na safra 2010/2011, com um crescimento de 6,6 % em relação à safra anterior. No Brasil, os estados de maior produção são Paraná, Mato Grosso, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que é o quarto estado em produção, com cerca de 10 % da produção nacional e produtividade média próxima aos 5.000 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011).

O milho é um dos cereais de maior relevância em termos de alimentação humana e animal. Pode-se dizer que é uma cultura estratégica sob o ponto de vista de segurança alimentar, de desenvolvimento regional e afirmação comercial, inclusive de produtos que dela dependem. A partir do milho, obtêm-se mais de 500 derivados, empregados em várias indústrias, tais como: alimentícia (milho verde, amido, dextrina, glicose, óleo, margarina, fermento, entre outros); bebidas (licores, refrigerantes, vinhos, entre outros); fermentação (enzimas, acetonas e outros); química e mecânica (fundição de metais, plásticos, entre outros); e rações (utilizado na composição de rações, participando na forma de grão moído integralmente, farelo, germe, protenose e refinasil) (PONCIANO et al, 2003).

Atualmente, o produto mais utilizado como fonte do aquecimento do ar para a secagem de produtos agrícolas no Brasil é a lenha. Conforme Hutt et al. (1978), a lenha é um combustível sólido de difícil queima e que libera um grande quantidade de produtos químicos durante a combustão, sendo alguns de periculosidade comprovada. Entre esses produtos estão famílias inteiras de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs), que são compostos formados durante a combustão incompleta de todas as espécies de matérias orgânicas, podendo ser encontrados como contaminantes em matrizes complexas do meio ambiente, incluindo os alimentos. Os HPAs são famílias de produtos com características mutagênicas e carcinogênicas comprovadas cientificamente. Os mesmos autores, estudando a contaminação dos grãos durante a secagem, utilizando combustíveis gasosos (propano e gás industrial), não verificaram aumentos significativos na contaminação dos produtos por hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs). Silva (2000) salienta também que outro problema no uso da lenha é que o desmatamento indiscriminado tem comprometido a utilização deste recurso natural como fonte energética utilizada na secagem, pois muitas vezes é proveniente de destocas de matas nativas.

A secagem intermitente caracteriza-se pelo fato dos grãos não serem submetidos ao ar quente durante todo o processo, ou seja, determinado tempo eles são expostos a altas temperaturas, na câmara de secagem, intercalados com períodos em que não há circulação do ar, na câmara de equalização ou repouso. Durante esse último período ocorre homogeneização da umidade, pela migração de água do interior para a superfície do grão. Assim, a água é facilmente evaporada e transferida para o ar no momento da passagem seguinte pela câmara de secagem. Essa migração interna da água, juntamente com a passagem por elevadores e tubulações, causa resfriamento dos grãos, que permite o uso de temperatura mais elevada no ar de secagem. Com a secagem intermitente pode-se utilizar temperaturas de 60 a 100 °C na entrada do secador, quando os grãos estiverem muito úmidos, e de até 120 °C no final do processo (AHRENS et al., 2000; ELIAS, 2002; ELIAS e OLIVEIRA, 2009).

Portanto, de acordo com o exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física e tecnológica de grãos de milho, sendo os mesmos submetidos a diferentes temperaturas na secagem intermitente (60, 70 e 80 °C) e, posteriormente, armazenados por nove meses.

Material e Métodos

Foram utilizados grãos de milho (*Zea mays* L.), cultivados na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), município de Eldorado do Sul, RS (30°05'52''S; 51°39'08''W), na safra agrícola 2008/2009.

Colheita e Secagem

As espigas foram colhidas, com umidade de 18 %, debulhadas em debulhadora estacionária mecânica de cilindro dentado, sendo os grãos posteriormente limpos em máquina de ar e peneiras planas, para retirada de impurezas, grãos quebrados e outras matérias. Em seguida, o material foi dividido em três partes iguais, compondo os três tratamentos de secagem (S₁ a S₃), conforme segue:

- S₁ - Secagem intermitente, com ar aquecido, a 60 °C.
- S₂ - Secagem intermitente, com ar aquecido, a 70 °C.
- S₃ - Secagem intermitente, com ar aquecido, a 80 °C.

A temperatura do ar de secagem foi controlada por sensor localizado na tubulação da saída do ar

do ventilador para a câmara de secagem. Os grãos foram secos até teor de água de 13,65 %, 13,47 % e 12,85 % em base úmida, respectivamente para cada tratamento de secagem; foram utilizadas velocidade do ar de secagem de 64,0 m s⁻¹; 75,0 m s⁻¹ e 73,0 m s⁻¹, respectivamente para os tratamentos S₁ a S₃. Para cada tratamento de secagem foram realizadas três repetições, sendo cada repetição composta por 93 sacos, totalizando 279 sacos para cada tratamento de secagem. A secagem foi realizada em secador de bandeja, com câmara de intermitência.

Durante as operações de secagem (S₁ a S₃), foi realizado o acompanhamento da umidade com determinador dielétrico (GEOLE), previamente calibrado pelo método da estufa, sendo retiradas amostras em intervalos regulares de tempo. A secagem foi finalizada quando os grãos apresentavam umidade próxima a 13 %. Ao final das operações e a partir daí, todas as determinações de umidade foram feitas em estufa a 105±3 °C, com circulação natural de ar (BRASIL, 2009).

A temperatura do ar de secagem foi monitorada com termômetro de mercúrio, com escala de 0,5 °C, sendo o mesmo posicionado na entrada do secador, após o ventilador. A velocidade do ar de secagem foi medida utilizando-se anemômetro de pás rotativas.

A temperatura da massa de grãos foi monitorada com termômetro de mercúrio, com escala de 0,5 °C, coletando-se amostras na parte inferior do

secador, colocando-as em copos plásticos e, após três minutos, lidos os resultados.

Armazenamento

Após a secagem, os grãos foram armazenados a granel em três silos secadores de concreto armado, cada um com capacidade para 100 sacos, ou seja, do total seco foram armazenados 100 sacos em silo de concreto armado. Durante o armazenamento, foi realizado o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar através de dados obtidos na Base Meteorológica do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, localizado na EEA/UFRGS.

Aos seis meses de armazenamento, foi realizada a operação de expurgo, depois de constatada a presença de insetos da espécie *Sitophilus zeamais*, com a aplicação de pastilhas de fosfeto de alumínio (*Gastoxim*), na dosagem de dois gramas de princípio ativo por metro cúbico. O expurgo foi realizado dentro dos silos de concreto armado, local onde os grãos estavam armazenagem, cobertos com lona de polietileno (200 micra) para manter a hermeticidade. Após esta operação foi aplicada terra diatomácea, conforme a técnica do envelopamento, na parte inferior e superior da massa de grãos, na dose de 2 kg de produto por tonelada de grãos, para evitar nova infestação de insetos. A cada período de quinze dias, quando a UR estava abaixo de 70-75 % e a temperatura da massa de grãos apre-

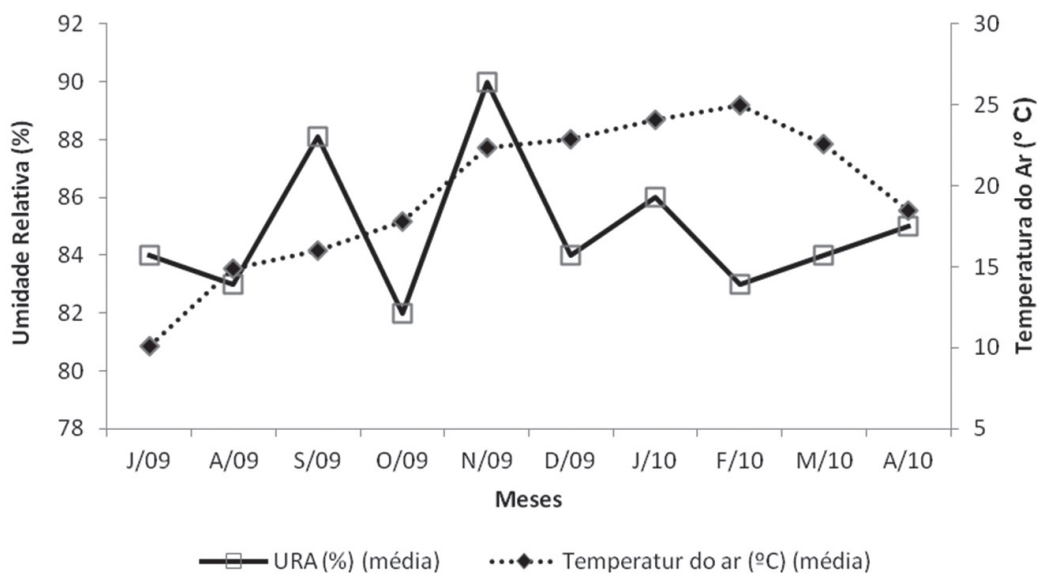


Figura 1 - Médias mensais de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) durante os nove meses de armazenamento dos grãos de milho submetidos a diferentes temperaturas do ar de secagem.

sentava aquecimento superior a 3 °C em relação à temperatura ambiente (SILVA, 2000), era realizada operação de aeração, ligando-se o ventilador por oito horas contínuas durante o dia.

Na Figura 1 podem-se visualizar os valores das médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar ocorridas entre os meses de julho de 2009 a abril de 2010, na Estação Experimental Agronômica/UFRGS, local onde os estudos foram conduzidos. É importante salientar que, durante o ano de 2009, tivemos um inverno bastante frio e chuvoso, com temperaturas menores e pluviosidade acima das médias anuais deste mesmo período.

Amostragem

As amostragens realizadas nos grãos a granel, durante o armazenamento, foram retiradas com auxílio de calador ou sonda, com cerca de 10 kg em cada amostragem por repetição, oriundos dos grãos que constituíam a unidade experimental piloto de cada tratamento (600 kg). As análises foram realizadas em intervalos de três meses, durante nove meses, contando como tempo zero o momento imediatamente posterior à secagem e, a partir deste momento, a cada três meses (3, 6 e 9 meses), conforme mostrado no item de delineamento experimental e análise estatística. Também foram realizadas as análises antes da secagem, com os grãos “ recém colhidos”, que serviram como testemunha.

As análises físicas e tecnológicas foram realizadas no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da UFRGS, sendo as seguintes:

Análises Físicas

Umidade

A determinação da umidade foi pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, com circulação natural de ar, por 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados são expressos em % de umidade, em base úmida.

Peso Volumétrico

Determinou-se com a pesagem dos grãos em balança eletrônica com precisão de 0,001g, a partir de uma quantidade de grãos colocados em recipiente cilíndrico de volume conhecido. Os resultados do peso volumétrico foram convertidos para serem expressos em kg m^{-3} .

Peso de 1000 grãos

O peso de 1000 grãos foi determinado através da contagem de oito repetições de 100 grãos e pesagem em balança analítica (BRASIL, 2009). Os resultados foram multiplicados por dez e são expressos em gramas.

Análise Tecnológica

Os defeitos (grãos ardidos, chochos, germinados, fragmentados, quebrados, carunchados, mofados ou fermentados e matérias estranhas/impurezas) foram determinados pela metodologia oficial do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1996). Os resultados estão expressos em percentagem de grãos sem defeitos (inteiros), matérias estranhas / impurezas e fragmentos, avariados (ardidos, brotados, carunchados, chochos, mofado, fermentado até 1/4 e quebrado), ardidos e brotados. Foram realizadas três repetições para cada tratamento.

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado, sendo que a análise dos resultados seguiu um esquema fatorial 3×4 , sendo: três métodos de secagem (S_1 a S_3); e quatro períodos de armazenamento (pós-secagem, 3, 6 e 9 meses), com três repetições para cada tratamento, sendo as análises realizadas em triplicatas, para cada repetição.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5 % de probabilidade. A avaliação estatística dos resultados foi realizada por meio do aplicativo computacional estatístico *BioEstat* 5.0 (AYRES et al., 2007).

Resultados e Discussão

Os resultados médios da temperatura da massa de grãos nos tratamentos de secagens S_1 a S_3 foram, respectivamente, de 26, 28 e 31 °C. Já o valor médio da temperatura do ar de secagem nos tratamentos S_1 a S_3 foram de 59, 70 e 80 °C, com tempo de secagem de 15, 13 e 12 horas, respectivamente.

Os resultados médios das análises físicas dos grãos após a colheita e pré-limpeza, porém antes da secagem, foram os seguintes: umidade de 17,9

%; peso volumétrico de 707,5 kg m⁻³; peso de 1000 grãos de 298,4 g e porcentagem de grãos sem defeitos de 87,9 %.

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que os grãos foram secos até umidades de 13,65 %, 13,47 % e 12,85 % nas secagens intermitentes com 60, 70 e 80 °C, respectivamente. Observa-se que ocorreu aumento significativo da umidade dos grãos de milho ao longo do armazenamento, tendendo ao equilíbrio higroscópico, com exceção do tratamento 80 °C. A umidade média mensal do ar durante o armazenamento foi sempre superior a 80 % (Figura 1), tendendo a um equilíbrio higroscópico em umidades maiores. Nos três últimos meses de armazenamento ocorreu aumento da umidade relativa média e da temperatura, o que pode ter favorecido o maior ganho de umidade nos grãos com maior teor inicial de água. Os tratamentos secagem em temperatura de 60 e 70 °C apresentaram os maiores valores e não diferiram entre si aos nove meses de armazenamento. Estes maiores teores de umidade provavelmente tenham ocorrido pela maior capacidade de adsorção que apresentaram estes grãos durante o armazenamento, visto que os mesmos apresentaram umidade inicial superior aos grãos secos em temperatura do ar de 80 °C. A capacidade de adsorção, ou seja, de ganho de umidade, é maior para grãos quanto maior for o teor de umidade inicial (SILVA et al., 1995).

Os grãos de milho são organismos vivos possuidores de constituição química específica e estrutura interna porosa que lhes conferem características higroscópicas e de má condutibilidade térmica, continuando o processo respiratório mesmo após a colheita. Através dos espaços intergranulares da massa de grãos, durante o armazenamento, permanecem em constantes trocas de calor e umidade com o ar ambiente (MUIR, 1973; MULTON, 1980; ELIAS e OLIVEIRA, 2009). As trocas de calor e

água entre os grãos armazenados e o ar ambiente são dinâmicas e contínuas até o limite de obtenção do equilíbrio higroscópico, em determinadas condições de temperatura e umidade relativa do ar. O processo ocorre por sorção ou dessorção de umidade pelos grãos, em função do diferencial de pressão de vapor de água e/ou de temperatura entre esses e a atmosfera intergranular. Tais condições, expressas na atividade de água dos grãos, estão estreitamente relacionadas com o desenvolvimento microbiano, de ácaros e insetos durante o armazenamento (MULTON, 1980; ELIAS e OLIVEIRA, 2009).

Condições de elevadas temperaturas e umidades dos grãos e do ar que os circunda aumentam o metabolismo dos grãos, favorecendo o crescimento de microrganismos, principalmente fungos e pragas, acelerando a sua atividade (ELIAS e OLIVEIRA, 2009).

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que ocorreram perdas significativas ao longo dos nove meses de armazenamento para todos os tratamentos. Após seis meses de armazenamento houve redução significativa no peso volumétrico dos grãos de milho, secos em temperatura do ar de 60 e 80 °C. O tratamento de secagem com temperatura do ar de 70 °C já apresentou perda significativa aos três e novamente aos seis meses de armazenamento e, a partir deste momento, manteve seu peso volumétrico até o final do período de armazenamento estudado. Os resultados mostram que houve perda de 11,04 %, 8,64 % e 7,57 %, respectivamente, para a secagem com 60, 70 e 80 °C, considerando o período inicial e o final de armazenamento.

Os tratamentos 60 e 80 °C apresentaram maiores perdas para o peso volumétrico após os seis meses, período onde as temperaturas de armazenamento foram maiores (Figura 1), levando a um

Tabela 1 - Umidade (%) em grãos de milho após a secagem intermitente em diferentes temperaturas e ao longo de nove meses de armazenamento a granel¹

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (meses)			
	0	3	6	9
60 °C	B 13,65 a	B 13,94 a	B 14,10 a	A 14,46 a
70 °C	B 13,47 a	B 13,77 a	B 13,71 a	A 14,23 a
80 °C	A 12,85 b	A 13,47 a	A 12,98 b	B 12,11 b
CV (%)	5,51	1,76	3,67	8,33

¹ Os valores representam a média aritmética simples de quatro repetições e estão expressos em porcentagem, em base úmida. Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas, na linha, e minúsculas distintas, na coluna, diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2 - Peso volumétrico (kg m⁻³) em grãos de milho após a secagem intermitente em diferentes temperaturas e ao longo de nove meses de armazenamento a granel¹

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (meses)			
	0	3	6	9
60 °C	A 732,39 b	A 723,46 b	B 668,60 c	C 651,55 b
70 °C	A 773,40 a	B 729,71 b	C 693,96 b	C 706,60 a
80 °C	A 768,48 a	AB 753,60 a	B 737,63 a	C 710,31 a
CV (%)	2,52	3,05	2,71	5,44

¹ Os valores representam a média aritmética simples de três repetições e estão expressos em kg m⁻³. Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas, na linha, e minúsculas distintas, na coluna, diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

aumento no ataque de insetos e na respiração dos grãos e, por consequência, maior perda quantitativa. Este fato pode ser observado nos grãos secos em temperatura do ar de 60 °C, onde ocorreram as maiores perdas de peso volumétrico.

O conhecimento da massa específica ou peso volumétrico dos grãos é importante no dimensionamento de equipamentos de transporte, na determinação da capacidade estática de armazenamento e na regulação de equipamentos de beneficiamento. Sua redução acompanha o grau de deterioração durante a armazenagem.

O peso volumétrico está diretamente relacionado com a integridade biológica dos grãos. Sua redução, durante o armazenamento, significa consumo de nutrientes, geralmente em consequência do metabolismo de organismos associados e dos próprios grãos (ROMBALDI, 1988; DIONELLO, 2000; ELIAS, 2002, 2008). Outro fator que está intimamente relacionado com a variação do peso volumétrico é o teor de água dos grãos. Conforme Brooker et al., (1992), o peso volumétrico em milho aumenta à medida que diminui a umidade dos grãos e vice-versa, devido a contração volumétrica que ocorre. Este fato pode ser observado nos grãos que foram secos em temperatura do ar de 60, 70 e 80 °C (Tabela 2), relacionando com a umidade apresentada na Tabela 1. Resultados semelhantes foram encontrados por Alencar et al. (2009), que observaram uma maior redução do peso volumétrico em grãos de soja armazenados por 180 dias, nas maiores umidades (14,8 %) e temperaturas (40 °C).

Aosani (2007) avaliando o peso volumétrico em grãos de soja, secos em temperaturas de 15, 30, 45 e 60 °C verificou que a temperatura do ar de secagem não influenciou a perda de peso. Porém a partir dos 90 dias de armazenamento, observou perdas significativas no peso volumétrico deste produto.

Dionello (2000) também observou perdas significativas no peso volumétrico após 90 dias de armazenamento em grãos de milho secos em secador intermitente adaptado, com temperatura do ar de secagem de 80±5 °C.

Pode-se observar na Tabela 3 que existiram perdas significativas ao longo do armazenamento para todos os tratamentos. As perdas entre o início e o final do armazenamento foram de 9,11 %, 7,08 % e 8,33 % para secagem intermitente com temperatura do ar de secagem de 60, 70 e 80 °C, respectivamente. As menores perdas foram para a secagem com temperatura do ar de 70 e 80 °C, mostrando similaridade com os resultados das análises de peso volumétrico, onde a secagem nas duas temperaturas apresentou os melhores resultados. Também se pode notar na Tabela 3, que as maiores perdas significativas ocorreram após seis meses de armazenamento, para todos os tratamentos.

Assim como o peso volumétrico, o peso de mil grãos está diretamente relacionado com a integridade biológica dos grãos. Sua redução, durante o armazenamento, significa consumo de nutrientes, geralmente em consequência do metabolismo de organismos associados e dos próprios grãos (ROMBALDI, 1988; DIONELLO, 2000; ELIAS, 2002, 2008). A presença de insetos da espécie *Sitophilus zeamais* também contribuiu para a redução de peso dos grãos de milho, principalmente após seis meses de armazenamento. O aumento da umidade dos grãos durante o armazenamento, como foi o caso da secagem em temperatura de 60 °C, provavelmente levou a um maior consumo de reservas, devido à maior taxa respiratória que estes grãos tiveram, levando a maiores perdas de peso.

Os índices observados refletem as perdas quantitativas totais, resultantes dos processos de deterioração dos grãos, devido ao seu metabolismo intrínseco, à atividade microbiana e a pragas associadas (CALDASSO, 1998).

Tabela 3 - Peso de 1000 grãos (g) em grãos de milho após a secagem intermitente em diferentes temperaturas e ao longo de nove meses de armazenamento a granel¹

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (meses)			
	0	3	6	9
60 °C	A 283,80 a	A 287,28 a	B 271,95 a	C 257,99 a
70 °C	A 279,05 a	A 278,31 b	B 269,88 a	C 259,30 a
80 °C	A 278,35 a	A 277,45 b	B 268,50 a	C 255,17 a
CV (%)	3,58	1,71	3,47	1,06

¹ Os valores representam a média aritmética simples de três repetições e estão expressos em gramas. Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas, na linha, e minúsculas distintas, na coluna, diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A Tabela 4 mostra que na análise tecnológica os grãos ardidos e brotados (A / B) não variaram significativamente entre os tratamentos em cada tempo estudado e ao longo do período de armazenamento para cada tratamento. Os valores de grãos ardidos e brotados não ultrapassaram os 3 %, valor máximo para enquadramento de grãos de milho em tipo 1, para este parâmetro (BRASIL, 1996).

Na mesma tabela se observa que os grãos avariados (Av.) variaram significativamente entre os tratamentos nos tempos três e seis meses de armazenamento. Ao final da estocagem, os grãos secos a 60 °C apresentaram as maiores médias para a soma destes defeitos (avariados), ou seja, 25,39 %. Conforme a classificação oficial do milho, descrita na Portaria 12/96 (BRASIL, 1996), os grãos secos em 60 °C se enquadraram em tipo 3, os grãos secos a 70 °C em tipo 1 e os grãos secos a 80 °C em tipo 2. Até os seis meses de armazenamento (tempo 2), não ocorreram diferenças significativas para os grãos avariados ao longo do armazenamento e todos os grãos seriam classificados como tipo 1.

De acordo com Dionello (2000), o aumento da umidade dos grãos após os seis meses de armazenamento, tendendo ao equilíbrio higroscópico, favorece o ataque de fungos e insetos, bem como o aumento da taxa respiratória dos grãos, o que acarretou no aumento na ocorrência de defeitos oriundos de ação biológica e microbiológica.

Pode-se verificar na Tabela 5 que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, em cada tempo de avaliação, para os defeitos matérias estranhas e fragmentos (M / F). Ao final do período de estocagem estes defeitos não diferiram entre os tratamentos, variando de 5,15 % a 7,58 %. Estes grãos ao final do experimento apresentaram um teor de matérias estranhas e fragmentos superior ao limite máximo de 3 %, para ser classificado como tipo 3 (BRASIL, 1996). Este valor pode ser

reduzido com uma boa pré-limpeza nestes grãos, retirando matérias estranhas e fragmentos, na máquina de ar e peneira.

Os grãos inteiros ou sem defeitos apresentaram diferenças entre os tratamentos aos nove meses de armazenamento; o tratamento seco a 60 °C apresentou os menores valores de grãos inteiros (69,45 %). Até os seis meses de armazenamento não existiram diferenças significativas entre os tratamentos e nem ao longo do tempo. Houve redução significativa nos grãos sem defeitos dos seis aos nove meses de armazenamento para os grãos secos em temperatura do ar de 60 e 80 °C. O aumento de grãos com defeitos e redução de inteiros, aos nove meses, ocorreu devido a um aumento no metabolismo dos grãos, devido ao aumento na sua umidade e ocorrência de temperaturas mais altas no armazenamento, favorecendo o ataque de insetos e fungos. Quando se constatou essa situação, foi realizado o tratamento de expurgo. Porém, a presença de pragas é um problema sério e de difícil controle em unidades de armazenamento de grãos no Brasil.

A presença de insetos contribuiu para a redução da porcentagem de grãos inteiros, principalmente nos grãos armazenados que foram secos em temperaturas do ar de 60 °C, no final do armazenamento. Houve também aumento no percentual de grãos carunchados após seis meses de armazenamento para todos os tratamentos. Não ocorreu efeito visível da secagem intermitente no aumento de grãos quebrados e fragmentados no tempo “zero”, visto que a soma de fragmentados e quebrados antes da secagem e após a pré-limpeza (*in natura*) foi de 11,4 % e logo após a secagem intermitente (tempo 0) estes valores foram de 8,9 %, 10,9 % e 11,8 %, para secagem em temperatura de 60, 70 e 80 °C, respectivamente, não aumentando após a secagem.

Tabela 4 - Grãos de milho ardidos e brotados (A / B) e avariados (Av.), expressos em porcentagem (%), após a secagem intermitente em diferentes temperaturas e ao longo de nove meses de armazenamento a granel¹

Trat.	Tempo de Armazenamento (meses)							
	0		3		6		9	
	A / B	Av.	A / B	Av.	A / B	Av.	A / B	Av.
60 °C	A 0,11 a	B 2,18 a	A 0,03 a	B 3,46 a	A 0,15 a	B 4,97 a	A 0,58 a	A 25,39 a
70 °C	A 0,06 a	B 2,63 a	A 0,12 a	B 3,97 a	A 0,90 a	B 4,33 a	A 0,96 a	A 11,37 b
80 °C	A 0,31 a	BC 3,90 a	A 0,49 a	C 3,72 a	A 0,91 a	B 7,39 a	A 1,15 a	A 15,02 b

¹ Os valores representam a média aritmética simples de três repetições e estão expressos em porcentagem, relativos a um total de 250 gramas. Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas, na linha, e minúsculas distintas, na coluna, diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Grãos de milho sem defeitos (inteiros), matérias estranhas e fragmentados (M / F), expressos em porcentagem (%), após a secagem intermitente em diferentes temperaturas e ao longo de nove meses de armazenamento a granel¹

Trat.	Tempo de Armazenamento (meses)							
	0		3		6		9	
	Inteiros	M / F	Inteiros	M / F	Inteiros	M / F	Inteiros	M / F
60 °C	A 90,25 a	A 7,57 a	A 92,47 a	A 4,07 a	A 87,36 a	A 7,67 a	B 69,45 b	A 5,15 a
70 °C	AB 87,66 a	A 9,70 a	A 91,40 a	B 4,63 a	AB 88,91 a	AB 6,86 a	B 83,17 a	AB 5,46 a
80 °C	A 85,78 a	A 10,31 a	A 89,91 a	A 6,32 a	A 86,28 a	A 6,33 a	B 77,40 a	A 7,58 a

¹ Os valores representam a média aritmética simples de três repetições e estão expressos em porcentagem, relativos a um total de 250 gramas. Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas, na linha, e minúsculas distintas, na coluna, diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Conclusões

As maiores perdas físicas e tecnológicas ocorreram a partir dos seis meses de armazenamento, independentemente do tratamento de secagem avaliado.

A secagem intermitente de grãos de milho, independentemente da temperatura de secagem empregada, não causaram danos mecânicos visíveis e nem qualitativos imediatos aos grãos de milho.

As maiores perdas físicas durante o armazenamento ocorreram nos grãos submetidos à secagem intermitente em temperatura de 60 °C e as menores perdas tecnológicas em temperatura de 70 °C.

Referências

- AHRENS, D. C.; VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L. Qualidade fisiológica e industrial de sementes de aveia-branca (*Avena sativa*) na secagem intermitente. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v. 22, n. 2, p. 12-20, 2000.
- ALENCAR, E. R. DE; FARONI, L. R. D.; FILHO, A. F. L.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja

armazenados em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 5, p. 606-613, 2009.

AOSANI, E. Temperatura de secagem estacionária e de armazenamento na qualidade de grãos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

AYRES, M.; AYRES, J. M.; SANTOS, A. A. Aplicações Estatísticas em Ciências Bio-Médicas - BioEstat 5.0. ONG Mamamarua, Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Portaria Nº 11, de 12 de abril de 1996. Comissão Técnica de Normas e Padrões. Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do milho. Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - DAS. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 399 p.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. Drying and storage of grains and oilseeds. New York: van Nostrand Reinhold, 1992. 450 p.

CALDASSO, L. H. Ácidos orgânicos e sistemas de armazenamento na conservação de milho em pequena escala. 1998. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia

AVALIAÇÕES FÍSICAS E TECNOLÓGICAS DE GRÃOS DE MILHO SUBMETIDOS À SECAGEM INTERMITENTE EM TRÊS TEMPERATURAS DO AR DE SECAGEM E POSTERIORMENTE ARMAZENADO POR NOVE MESES

- Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Indicadores da agropecuária. Brasília: Conab [on line]. Disponível em: <http://www.conab.org.br. Acesso em janeiro de 2011.
- DIONELLO, R. G. Método de secagem e sistema de armazenamento na qualidade dos grãos e na ocorrência de micotoxinas em milho. 2000. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2000.
- ELIAS, M. C. Armazenamento e conservação de grãos, em médias e pequenas escalas. 3ª Edição. UFPEL, COREDE-SUL. Pólo de Modernização Tecnológica em Alimentos da Região Sul. Editora Universitária da UFPEL. Pelotas, RS. 2002. 218 p.
- ELIAS, M. C. Manejo Tecnológico da Secagem e do Armazenamento de Grãos. Editora Santa Cruz. Pelotas, RS. 2008. 457 p.
- ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de. Aspectos Tecnológicos e Legais na Formação de Auditores Técnicos do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras. Editora Santa Cruz. Pelotas, RS. 2009. 430 p.
- HUTT, W.; MEIERING, A.; OELSCHLAGER, W. Grain contamination in drying with direct heating. Canadian Agricultural Engineering, Canadá, v. 20, n. 2, p. 103-107, 1978.
- MUIR, W. E. Temperature and moisture in grain storages. In: SINHA, R.N. e MUIR, W.E. Grain storage part of a system. Washington, AVI Publishing, 1973. p.49-70.
- MULTON, J. Water vapour and heat transfers in grains silos and their consequences on storage. In: SHEJBAL, J. Controlled atmosphere storage of grains. Amsterdam, Elsevier, 1980. p. 399-408.
- PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. de; REZENDE, A. M. Entraves da Comercialização à Competitividade do Milho Brasileiro. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 104, p. 23 - 40, 2003.
- ROMBALDI, C. V. Condições de secagem e tempo de armazenamento na qualidade industrial do arroz. 1988. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1988.
- SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; GUIMARÃES, A. C. Estudos dos métodos de Secagem. In: SILVA, J. S. Pré-processamento de Produtos Agrícolas. Instituto Maria, Juiz de Fora, 1995, p. 105-143.
- SILVA, Juarez S. e. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000.

Desempenho de cultivares de milho indicadas para cultivo no Rio Grande do Sul na safra 2010/2011¹

José Paulo Guadagnin², Lia Rosane Rodrigues², Beatriz Marti Emygdio³, Claudemir G. Ames⁴, Dejam Buzzetti⁴, Jane Rodrigues de Assis Machado³, Marcos Caraffa⁵, Renato Trentin⁶

Resumo - No ano agrícola 2010/2011, com a finalidade de avaliar o desempenho agrônomo sequencial de cultivares integrantes da lista de indicadas, 16 cultivares de milho de ciclo precoce e 12 de ciclo superprecoce foram cultivadas em oito ambientes do estado do Rio Grande do Sul. Os dois ensaios em rede tiveram delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições. A densidade foi ajustada para 60.000 plantas por hectare. Foram avaliadas características fenológicas e fenométricas e a produção de grãos corrigida para 13 % de umidade. Quanto à produção de grãos, as cultivares precoces 30F36, com 11.140 kg ha⁻¹, DKB 245, com 10.847 kg ha⁻¹, e DKB177, com 10.665 kg ha⁻¹ destacaram-se da média geral (9.841 kg ha⁻¹). As cultivares superprecoces BM 911, com 9.097 kg ha⁻¹, 32R48, com 8.755 kg ha⁻¹, e PMS 3919, com 8.808 kg ha⁻¹ destacaram-se da média geral de (8.592 kg ha⁻¹).

Palavras-chave: *Zea mays*, melhoramento, cultivar, híbrido, precoce, superprecoce

Performance of corn cultivars indicated to culture in Rio Grande do Sul state in the growing season 2010/2011

Abstract - In the 2010/2011 growing season, 16 corn cultivars with early cycle and 12 with very early cycle were cultivated in eight environments in Rio Grande do Sul State, Brazil, in order to evaluate the serial agronomic performance of the indicated cultivars. In the two network trial, the experimental design was randomized blocks, with three replications. Density was adjusted to 60.000 plants per hectare. It was measured phenologic and phenometric characteristics and grains yield with moisture disposed to 13 %. Concerning to grain yield, the early cycle cultivar 30F36 (11.140 kg ha⁻¹), DKB 245 (10.847 kg ha⁻¹), and DKB177 (10.665 kg ha⁻¹) surpassed the general mean (9.841 kg ha⁻¹). The very early cycle cultivar BM 911 (9.097 kg ha⁻¹), 32R48 (8.755 kg ha⁻¹), and PMS 3919 (8.808 kg ha⁻¹), surpassed the general mean (8.592 kg ha⁻¹).

Key words: *Zea mays*, breeding, cultivar, hybrid, early cycle, very early cycle

Introdução

A rede estadual de avaliação de cultivares de milho, coordenada pelo Centro de Pesquisa da Região da Serra, Veranópolis, RS, é integrada por instituições públicas e privadas que disponibilizam áreas experimentais e conduzem ensaios seguindo uma metodologia padronizada (GUADAGNIN, 2007). Cultivares são comparadas separadamente por ciclo precoce (GUADAGNIN et al., 2010b) e superprecoce (GUADAGNIN et al., 2010c) em

ensaios que visam à indicação para o estado do Rio Grande do Sul para a safra seguinte. A indicação se dá quando a cultivar apresenta produção de grãos com umidade corrigida para 13 %, suficiente para alcançar um índice de indicação (II) superior a 100. O II é dado pela fórmula: [média da cultivar / (média das testemunhas – desvio padrão do erro experimental)]*100. Uma vez indicadas, as cultivares passam a constituir um ensaio com o objetivo específico de validar os resultados anteriores (GUADAGNIN et al., 2010a).

¹ Manuscrito submetido em 12/07/2011 e aceito para publicação em 26/12/2011.

² Pesquisadores da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – Fepagro. E-mail: jose-guadagnin@fepagro.rs.gov.br.

³ Pesquisadoras da Embrapa CPACT e CNPT.

⁴ Engenheiros agrônomos da Emater/Ascar-RS.

⁵ Professor da Sociedade Educacional Três de Maio (Setrem).

⁶ Eng. agrônomo, coordenador de DT da Monsanto.

Assim, foram conduzidos ensaios em rede com a finalidade de avaliar o desempenho agrônômico sequencial das cultivares integrantes da lista de indicadas para o estado do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Na safra 2010/2011, foram avaliadas 16 cultivares de ciclo precoce e doze de ciclo superprecoce (Tabelas 3 e 4) em oito locais (Tabelas 1 e 2) sob o delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições, sendo as parcelas constituídas de duas linhas de cinco metros de comprimento, cujo espaçamento variou de 0,7 a 0,8 m, conforme as condições de cada instituição executora. Trinta dias após a germinação, a densidade foi ajustada para, aproximadamente, 60.000 plantas por hectare por meio de desbaste manual. A adubação de base e de cobertura em cada local foi realizada com

base nos resultados das análises de solo, segundo as Recomendações de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC, 2004), para rendimento de grãos superiores a 6 t ha⁻¹. O controle de ervas daninhas e pragas foi realizado quando necessário. A semeadura foi realizada na época preferencial para cada local e a colheita 70 a 90 dias após o florescimento (Tabela 1).

A produção de grãos foi avaliada em todos os locais. Características fenológicas e fenométricas foram avaliadas em um número variável de locais, descrito na Tabela 3: dias para emissão do pendão: dias desde a emergência até a visualização de 50 % dos pendões; altura das plantas em cm: valor médio, medido do solo até a folha bandeira; altura da espiga em cm: valor médio, medido desde o solo até a inserção da espiga principal; estande final: número total de plantas da parcela na colheita; plantas acama-

Tabela 1 - Locais, datas de semeadura e de colheita, adubação, sistema e espaçamento dos ensaios estaduais de cultivares de milho indicadas na safra 2010/2011.

Local	Semeadura	Colheita	Adubação (kg ha ⁻¹)	Sistema	Espaçamento
Aratiba	06/10/10	05/04/11	10-60-30 + 90 Kg N ha ⁻¹	D	0,8
Capão do Leão	18/11/10	21/05/11	30-60-60 + 145 Kg N ha ⁻¹	C	0,7
Coxilha	10/10/10	22/03/11	32-112-63 + 171 Kg N ha ⁻¹	D	0,7
Independência	05/10/10	NI	36-90-54 + 63 Kg N ha ⁻¹	D	0,8
Passo Fundo	20/10/10	17/05/11	15-75-75 + 135 Kg N ha ⁻¹	D	0,8
Pelotas	17/11/10	31/05/11	40-80-80 + 90 Kg N ha ⁻¹	D	0,8
Vacaria	09/12/10	15/06/11	15-90-45 + 90 Kg N ha ⁻¹	C	0,8
Veranópolis	11/11/10	30/04/11	20-120-60 + 135 Kg N ha ⁻¹	D	0,7

D = semeadura direta, C = preparo convencional do solo

Tabela 2 - Altitude dos municípios e precipitação ocorrida (O), comparada à normal (N), no período de condução dos ensaios estaduais de cultivares de milho indicadas 2010/2011.

Local (Município)	Altitude (m)	Precipitação (mm)											
		Setembro 2010		Outubro 2010		Novembro 2010		Dezembro 2010		Janeiro 2011		Fevereiro 2011	
		O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N
Aratiba	458	028	221	154	250	120	172	360	160	311	197	241	189
Capão do Leão	013	139	126	033	99	070	100	074	100	059	116	099	158
Coxilha	700	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Independência	344	257	NI	145	NI	474	NI	097	NI	081	NI	145	NI
Passo Fundo	721	240	191	143	183	060	147	194	159	150	156	219	151
Pelotas	177	144	134	19	137	66	102	57	115	83	128	89	152
Vacaria	955	177	137	107	142	169	119	165	116	181	127	285	137
Veranópolis	705	254	173	72	163	185	134	140	149	105	146	178	129

NI= não informada

das: número de plantas com inclinação do colmo superior a 30 graus em relação à vertical, na colheita; plantas quebradas: número de plantas que apresentaram colmo quebrado abaixo da espiga principal, na colheita. Os valores de produção de grãos, com umidade corrigida para 13 %, foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância paramétrica, e as médias foram agrupadas pelo método de Scott e Knott a 5 % de significância (SCOTT & KNOTT, 1974) pelo uso do programa GENES (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

As condições ambientais na safra 2010-2011 foram boas, de modo geral com chuvas bem distribuídas e acima das normais no período de florescimento, especialmente em Aratiba, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis (Tabela 2).

Para o cálculo da média do estado, não foram incluídos os dados de Capão do Leão (em ambos os ensaios) e de Pelotas (no ensaio de cultivares precoces), devido ao coeficiente de variação eleva-

Tabela 3. Médias do número de dias da emergência até a emissão do pendão (EP), da altura das plantas em cm (AP), da altura da espiga em cm (AE), do número de plantas na colheita em milhares ha⁻¹ (NP), da percentagem de plantas acamadas por parcela (Ac), da percentagem de plantas quebradas por parcela (Qb) e da percentagem de umidade dos grãos na colheita (%H₂O) de cultivares de milho avaliadas em diferentes ambientes em 2010/2011.

	Cultivar	EP	AP	AE	NP	Ac	Qb	%H ₂ O
Precoces								
1	AS 3466	75	216	120	55.818	2,27	2,25	21,2
2	CD 308	72	218	123	56.064	2,94	2,39	18,9
3	CD 384	75	235	131	57.448	0,27	0,82	21,4
4	DKB 177	76	235	138	57.031	2,03	0,71	21,0
5	DKB 245	75	217	128	58.274	0,39	2,06	19,2
6	DKB 979	75	227	118	56.302	2,52	3,30	21,5
7	2B587	74	213	120	57.054	0,42	4,01	18,8
8	2B655	74	231	127	59.219	0,14	0,48	22,0
9	2B688	74	229	128	56.622	0,70	1,18	21,3
10	S 395	70	219	122	57.098	3,55	4,34	18,4
11	30B39	76	241	132	56.920	0,92	2,21	21,5
12	30F36	77	233	127	59.152	1,82	1,71	19,7
13	30F53	73	217	124	58.698	0,26	1,46	19,7
14	SHS 4080	75	232	133	56.228	2,63	5,88	20,7
15	SHS 7080	71	227	123	56.682	2,34	5,23	19,0
16	AG 122	75	238	136	56.027	1,18	7,01	19,5
	Média	74	227	127	57.165	1,52	2,82	20,2
	Nº locais	6	8	8	8	6	6	10
Superprecoces								
1	BM 911	69	216	119	56.920	3,36	3,09	17,7
2	DKB 615	72	224	128	57.121	3,10	0,65	18,8
3	PMS 3919	71	214	117	56.109	1,74	4,05	19,1
4	32R22	67	217	120	55.476	2,57	3,65	16,7
5	32R48	71	228	122	57.589	2,58	3,24	17,7
6	PRE 22D11	73	234	137	56.443	4,45	5,24	18,7
7	PRE 22T10	75	229	138	56.503	3,23	6,27	19,2
8	SHS 4050	72	227	133	57.426	4,40	7,25	20,0
9	SHS 5050	69	216	123	57.061	4,49	6,92	19,1
10	SHS 5070	74	228	127	56.830	4,06	5,99	20,8
11	SHS 7090	71	212	124	54.479	3,37	5,36	20,1
12	AG 6020	71	212	122	58.125	1,91	1,78	18,6
	Média	71	221	126	56.673	3,30	4,46	18,9
	Nº locais	6	8	8	8	7	7	8

Tabela 4 - Média de produção de grãos (a 13 % de umidade, em kg ha⁻¹) de cultivares indicadas de milho de ciclo precoce avaliadas nos ensaios estaduais em diferentes ambientes do Rio Grande do Sul no ano agrícola 2010/2011.

Cultivar	Aratiba	Capão do Leão	Coxilha	Independência	Passo Fundo	Pelotas	Vacaria	Veranópolis	General
1 AS 3466	9.862 c	5.431 a	11.845 c	4.862 a	11.020 a	4.449 b	7.139 b	8.576 b	8.884
2 CD 308	10.150 c	3.512 a	11.386 c	6.790 a	13.085 a	4.042 b	6.274 b	8.079 b	9.294
3 CD 384	12.366 a	4.854 a	11.981 c	6.345 a	11.738 a	3.459 b	7.529 a	10.983 a	10.157
4 DKB 177	12.428 a	6.605 a	14.834 a	6.675 a	12.010 a	7.132 a	8.178 a	9.863 a	10.665
5 DKB 245	12.594 a	4.508 a	14.967 a	6.740 a	11.849 a	5.458 a	8.349 a	10.582 a	10.847
6 DKB 979	9.455 c	5.316 a	10.406 d	6.679 a	11.455 a	6.766 a	6.511 b	8.590 b	8.849
7 2B587	12.289 a	7.438 a	12.116 c	6.778 a	11.879 a	5.337 a	8.355 a	9.885 a	10.217
8 2B655	11.005 b	5.196 a	13.518 b	6.276 a	11.629 a	3.785 b	7.561 a	10.344 a	10.056
9 2B688	12.456 a	5.711 a	12.619 c	5.649 a	11.211 a	4.505 b	7.007 b	10.523 a	9.911
10 S 395	9.646 c	5.146 a	11.335 c	6.071 a	11.081 a	4.374 b	6.497 b	10.111 a	9.124
11 30B39	11.239 b	6.167 a	12.986 b	6.647 a	12.008 a	4.589 b	8.816 a	11.305 a	10.500
12 30F36	12.912 a	5.203 a	14.805 a	7.378 a	12.563 a	5.622 a	8.291 a	10.893 a	11.140
13 30F53	10.243 c	5.403 a	14.884 a	5.814 a	12.643 a	6.663 a	8.088 a	10.204 a	10.313
14 SHS 4080	11.861 a	4.687 a	10.513 d	6.137 a	12.212 a	4.387 b	7.160 b	9.933 a	9.636
15 SHS 7080	10.332 c	6.024 a	9.933 d	6.882 a	9.547 a	3.615 b	6.520 b	7.917 b	8.522
16 AG 122	11.206 b	3.352 a	10.884 d	5.365 a	12.847 a	5.176 a	5.875 b	9.888 a	9.344
Media	11.253	5.284	12.438	6.318	11.799	4.960	7.384	9.855	9.841
QIME	383.636	150.153	588.232	670.282	2.640.239	1.224.464	743.394	697.518	1.020.981
CV(%)	5,50	23,18	6,17	12,96	13,77	22,31	11,68	8,47	10,27
Desvio padrão	619	1.225	767	819	1.625	1.107	862	835	1.010
DMS Tukey (1 %)	2.217	4.386	2.745	2.931	5.816	3.961	3.086	2.990	-
DMS Tukey (5 %)	1.885	3.728	2.334	2.491	4.944	3.367	2.623	2.541	-

As médias de Capão do Leão e de Pelotas não contribuíram para o cálculo das médias estaduais, na última coluna. Médias seguidas por letras iguais na vertical são agrupadas pelo teste de Scott e Knott (5 %).

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MILHO INDICADAS PARA CULTIVO
NO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2010/2011

Tabela 5 - Média de produção de grãos (a 13 % de umidade, em kg ha⁻¹) de cultivares indicadas de milho de ciclo superprecoce avaliadas nos ensaios estaduais em diferentes ambientes do Rio Grande do Sul no ano agrícola 2010/2011.

Cultivar	Aratiba	Capão do Leão	Coxilha	Independência	Passo Fundo	Pelotas	Vacaria	Veranópolis	Geral
1	BM 911	10.472 a	5.790 a	14.549 a	6.608 a	9.665 a	7.918 a	8.019 a	9.569
2	DKB 615	9.007 b	5.683 a	11.153 b	6.634 a	9.848 a	6.137 a	8.389 a	8.725
3	PMS 3919	8.653 b	6.305 a	10.500 b	5.953 a	12.095 a	6.832 a	6.970 a	8.808
4	32R22	10.355 a	1.597 b	13.190 a	6.618 a	9.027 a	3.239 a	6.465 b	8.562
5	32R48	10.469 a	4.463 a	11.988 b	7.083 a	11.489 a	5.741 a	7.629 a	9.368
6	PRE22D11	9.674 a	5.042 a	10.380 b	6.035 a	9.562 a	5.152 a	7.063 a	8.357
7	PRE 22T10	9.916 a	4.460 a	10.718 b	6.310 a	9.545 a	6.272 a	6.483 b	8.508
8	SHS 4050	9.369 a	5.056 a	9.560 b	6.886 a	10.603 a	5.986 a	5.512 b	8.386
9	SHS 5050	9.453 a	5.426 a	10.403 b	5.864 a	11.469 a	6.344 a	5.396 b	8.564
10	SHS 5070	9.599 a	5.277 a	10.561 b	5.795 a	11.614 a	5.869 a	5.719 b	8.422
11	SHS 7090	8.445 b	4.560 a	9.767 b	6.064 a	9.234 a	5.524 a	6.210 b	7.787
12	AG 6020	8.300 b	5.581 a	10.741 b	6.664 a	10.623 a	5.245 a	6.952 a	8.047
	Média	9.476	4.937	11.126	6.376	10.398	5.855	6.734	8.592
	QME	442.346	1.275.283	2.172.690	642.408	2.086.966	932.200	540.769	1.346.352
	CV(%)	7,09	22,87	13,25	12,57	13,89	16,49	10,92	13,50
	Desvio padrão	665	1.129	1.474	802	1.445	966	735	1.160
	DMS Tukey(1 %)	2.376	4.034	5.265	2.863	5.161	3.449	2.627	-
	DMS Tukey(5 %)	1.976	3.355	4.379	2.381	4.292	2.868	2.185	-

As médias de Capão do Leão não contribuíram para o cálculo das médias estaduais, na última coluna. Médias seguidas por letras iguais na vertical são agrupadas pelo teste de Scott e Knott (5 %).

Tabela 6 - Relação, média de produção de grãos (kg ha⁻¹) e posto de cultivares indicadas de milho de ciclo precoce avaliadas nos ensaios estaduais em diferentes ambientes do Rio Grande do Sul no ano agrícola 2010/2011.

	Cultivar	Classe ¹	Tipo de grão ²	Tipo ³	Empresa	Média	Posto
1	AS 3466	lar	duro	HT	AGROESTE	8.884	14
2	CD 308	alar	sdent	HD	COODETEC	9.294	12
3	CD 384	alar	sdent	HT	COODETEC	10.157	7
4	DKB 177	lar	duro	HS	DEKALB	10.665	3
5	DKB 245	lar	duro	HS	DEKALB	10.847	2
6	DKB 979	alar	sduro	HD	DEKALB	8.849	15
7	2B587	amar	sdent	HS	DOW	10.217	6
8	2B655	alar	sduro	HT	DOW	10.056	8
9	2B688	alar	sduro	HT	DOW	9.911	9
10	S 395	amar-alar	sdent	HT	FEPAGRO/SEMILHA	9.124	13
11	30B39	alar	sduro	HSm	PIONEER	10.500	4
12	30F36	alar	sduro	HS	PIONEER	11.140	1
13	30F53	alar	sduro	HS	PIONEER	10.313	5
14	SHS 4080	alar	sduro	HD	SANTA HELENA	9.636	10
15	SHS 7080	alar	sduro	HS	SANTA HELENA	8.522	16
16	AG 122	amar	sdent	HD	SEM. AGROCERES	9.344	11
		Média				9.841	
		QME				1.020.981	
		CV(%)				10,27	
		Desvio Padrão				1.010	

¹lar=laranja; alar=alaranjado; amar=amarelo; amar-alar=amarelo alaranjado; lar-aver=laranja avermelhado
²sdent= semidentado; sduro= semiduro
³HT= híbrido triplo; HD= híbrido duplo; HS=híbrido simples; HSm= híbrido simples modificado

Tabela 7 - Relação, média de produção de grãos (kg ha⁻¹) e posto de cultivares indicadas de milho de ciclo superprecoce avaliadas nos ensaios estaduais em diferentes ambientes do Rio Grande do Sul no ano agrícola 2010/2011.

	Cultivar	Classe ¹	Tipo de grão ²	Tipo ³	Empresa	Média	Posto
1	BM 911	amar-alar	sduro	HS	BIOMATRIX	9.569	1
2	DKB 615	alar	sduro	HT	DEKALB	8.725	4
3	PMS 3919	lar-aver	sdent	HS	EMBRAPA	8.808	3
4	32R22	amar-alar	sduro	HS	PIONEER	8.562	6
5	32R48	lar	sduro	HS	PIONEER	9.368	2
6	PRE 22D11	alar	sduro	HD	PREZZOTTO	8.357	10
7	PRE 22T10	alar	sduro	HT	PREZZOTTO	8.508	7
8	SHS 4050	lar	duro	HD	S. HELENA	8.386	9
9	SHS 5050	alar	sduro	HT	S. HELENA	8.564	5
10	SHS 5070	lar	duro	HT	S. HELENA	8.422	8
11	SHS 7090	lar	duro	HS	S. HELENA	7.787	12
12	AG 6020	lar	sduro	HD	SEM. AGROCERES	8.047	11
		Média				8.592	
		QME				1.346.352	
		CV(%)				13,50	
		Desvio Padrão				1.160	

¹lar=laranja; alar=alaranjado; amar=amarelo; amar-alar=amarelo alaranjado; lar-aver=laranja avermelhado
²sdent= semidentado; sduro= semiduro
³HT= híbrido triplo; HD= híbrido duplo; HS=híbrido simples; HSm= híbrido simples modificado

do advindo do déficit hídrico durante todo o ciclo da cultura nestes dois ambientes.

A média das características fenológicas e fenométricas avaliadas nos ensaios encontram-se na Tabela 4, e a média de rendimento de grãos das cultivares de milho, padronizada a 13 % de umidade, em todos os locais encontra-se na Tabela 5.

Quanto à produção de grãos, destacaram-se as cultivares DKB 177, com 11.297 kg ha⁻¹, 2B587 com 10.947 kg ha⁻¹, e P 30F36 com 10.771 kg ha⁻¹.

Referências

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Comissão de Química e de Fertilidade do Solo RS/SC, 2004. 400 p.
- CRUZ, C. D. Programa GENES 2006.4.1 – versão Windows. Viçosa: UFV, 2001. 642 p.
- GUADAGNIN, J. P. Metodologia a ser Seguida na Execução dos Experimentos da Rede Estadual de Avaliação de Cultivares de Milho. 2007. Disponível em: <<http://www.fepagro.rs.gov.br/uploads/1225820904MetodologiaeNormasparaConducaodosEnsaio.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2011.
- GUADAGNIN, J. P.; CARGNELUTTI-FILHO, A.; EMYGDIO, B. M.; AMES, C. G.; BUZZETTI, D.; POZZA, F.; MACHADO, J.; BEGNINI, J. C.; WINKLER, L.; GARRAFA, M.; ROMAN, P.; CASTRO, R. L.; RODRIGUES, L. R. Avaliação de cultivares de milho de ciclo precoce para indicação no Estado do Rio Grande do Sul na safra 2009-2010. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 55., 2010b, Vacaria. CD Atas e Resumos..., Vacaria: FEPAGRO/ASAV/EMATER, 2010b. Disponível em < http://www.asav.com.br/reuniaomilho/atas_resumos_2010.pdf>. Acesso em 20 de fevereiro de 2011.
- GUADAGNIN, J. P.; CARGNELUTTI-FILHO, A.; EMYGDIO, B. M.; AMES, C. G.; BUZZETTI, D.; POZZA, F.; MACHADO, J.; BEGNINI, J. C.; WINKLER, L.; GARRAFA, M.; ROMAN, P.; CASTRO, R. L.; RODRIGUES, L. R. Avaliação de cultivares de milho de ciclo superprecoce para indicação no Estado do Rio Grande do Sul na safra 2009-2010. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 55., 2010c, Vacaria. CD Atas e Resumos..., Vacaria: FEPAGRO/ASAV/EMATER, 2010c. Disponível em < http://www.asav.com.br/reuniaomilho/atas_resumos_2010.pdf>. Acesso em 20 fev 2011.
- GUADAGNIN, J. P.; LOSSO, A.; EMYGDIO, B. M.; BUZZETTI, D.; MACHADO, J.; WINKLER, L.; ROMAN, P.; TRENTIN, R.; CASTRO, R. L.; RODRIGUES, L. R. Desempenho de cultivares de milho indicadas para cultivo no Rio Grande do Sul na safra 2009-2010. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 55., 2010, Vacaria. CD Atas e Resumos... Vacaria: FEPAGRO/ASAV/EMATER, 2010a. Disponível em < http://www.asav.com.br/reuniaomilho/atas_resumos_2010.pdf>. Acesso em 20 fev 2011.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v. 30, p. 507-512, 1974.

Ensaio sul-rio-grandense de sorgo silageiro: análise conjunta da safra 2010/2011¹

**Zeferino Genésio Chielle², Nilton Luis Gabe³, Lineu Migon³,
Marcos Caraffa⁴, Giandro Duarte Teixeira⁵, José Braun⁵, Adilson de Quadros
Coutinho⁵, Lírio Becker⁵, Lia Rosane Rodrigues³**

Resumo – Os sorgos silageiros, sorgos silageiros sacarinos e sorgos de duplo propósito são espécies que têm grande capacidade de produção de biomassa para os mais diferentes usos na agropecuária. Os usos mais comuns são na alimentação animal, humana e biomassa energética para produtos como álcool, biogás, coberturas orgânicas e produtos alimentícios como melados, farinhas, xaropes e bebidas. A Fepagro vem avaliando, conjuntamente com outras instituições, o potencial genético de cultivares comerciais e em vias de lançamento para os produtores agropecuários, para uso no sistema produtivo do estado do Rio Grande do Sul e outros estados. As biomassas de sorgo apresentaram uma competência muito superior às do milho, indicando que a produtividade de silagens e outros alimentos para o setor agropecuário poderá ser melhorada com menores custos pelo emprego do sorgo. As produtividades médias dos ensaios foram de 4,190 kg m⁻² de biomassa. As cultivares de milho Fepagro S 395 e Fepagro 35 produziram 2,616 e 2,582 kg de massa verde por m², respectivamente, enquanto as cultivares de sorgo produziram 5,040 a 4,360 kg m⁻² com somente um corte. Todos os genótipos de sorgo permitem dois cortes para silagem quando foram semeados nas épocas indicadas pela pesquisa.

Palavra-chave: *Sorghum bicolor*, melhoramento, cultivar, variedade

Web of assays of silage sorghum in Rio Grande do Sul State: combined analysis of growing season 2010/2011

Abstract – The silage sorghum, sweet sorghum and double purpose sorghum species has great capacity to produce biomass for different purposes. The most common uses are in animal and human feed and energetic biomass products such as alcohol, biogas, covers and organic food products such as molasses, flour, syrups and beverages. Agronomic studies and monitoring of these species for use in the production systems of the Rio Grande do Sul State are conducted in web of State assays with other institutions, studying the genetic potential of cultivars marketed and about to launch for agricultural producers. The sorghum biomass was higher than maize biomass, indicating that the productivity of silage and other foodstuffs for the agricultural sector can be improved with lower costs. The average biomass yield was 4.190 kg m⁻². Maize cultivars Fepagro 395 Fepagro S 35 produced 2.616 and 2.582 kg of green mass per m², respectively, while the sorghum cultivars produced 5.040 to 4.360 kg m⁻² in only one cut. All genotypes of silage sorghum allowed two cuts when sown in appropriate date, according to indicated by the survey.

Key words: *Sorghum bicolor*, breeding, cultivar, variety

¹ Manuscrito submetido em 21/07/2011 e aceito para publicação em 28/12/1011.

² Eng. Agr. MSc., pesquisador do Centro de Pesquisa Emílio Schenk. Endereço: 1o Distrito, Fonte Grande – Caixa Postal 12, CEP 95860-000, Taquari, RS. Fone: (51)3653-1019. E-mail: zeferino-chielle@fepagro.rs.gov.br.

³ Engenheiros agrônomos e pesquisadores da Fepagro.

⁴ Professor da Sociedade Educacional Três de Maio (Setrem).

⁵ Servidores da Fepagro.

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é utilizado comumente na alimentação animal (grãos, pastejo e silagens) e os subprodutos do suco e dos grãos são aproveitados para alimentação humana (CHIELLE et al., 1995; RESENDE, 1989; ALMODARES et al., 1992; TABOSA et al., 1992). Devido às características produtivas, qualitativas e versatilidade de manejo, o sorgo tem potencial como um recurso forrageiro tão importante e difundido quanto o milho, ocupando lacunas onde o desempenho deste é insatisfatório.

Os sorgos silageiros sacarinos têm como característica produzir massa verde de boa qualidade e quantidade, podendo ser usados na alimentação direta ou armazenados na forma de silagem. Mesmo em condições de estresse, podem produzir um volume satisfatório de massa verde. Entretanto, quando as condições são favoráveis, principalmente a época de semeadura, ele expressa seu potencial rapidamente, o que permite um segundo corte, maximizando os resultados (CHIELLE et al., 2009, 2011).

Os sorgos silageiros sacarinos têm teor de açúcar no colmo que pode oscilar de 10 % a 20% de sólidos solúveis e mantêm a folhagem verde após a maturação fisiológica dos grãos, cuja produção é em torno de 2000 a 5000 kg ha⁻². Incluem tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. É considerada uma cultura de alta qualidade energética, juntamente com a cana-de-açúcar e a beterraba açucareira, permitindo a produção de etanol de todas as partes da planta, incluindo colmos, grãos e parte aérea (TEIXEIRA et al., 1997).

Os ensaios em rede no Rio Grande do Sul, coordenados pela Fepagro, têm a finalidade de fornecer informações para os programas de fomento governamentais e indicações de cultivares de melhor desempenho dentre os materiais testados (CHIELLE et al 2009, 2010). O público-alvo deste projeto são os produtores e as empresas que executam testes de valor de consumo e uso (VCU) ou que almejam inserir suas variedades nas listas de indicadas para consumo animal e humano, com produtos alimentícios e energéticos, como melados, álcool, grãos, biogás, etc. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento produtivo de cultivares já disponíveis no mercado, com seleções oriundas de programas de melhoramento.

Material e Métodos

No ano agrícola de 2010/2011, 28 cultivares foram avaliadas comparativamente: 20 de sorgos si-

lageiros sacarinos, duas de sorgos duplo propósito e quatro de sorgos silageiros, com a presença de duas cultivares de milho (Tabela 1).

Os ensaios foram semeados em dez locais, mas somente cinco tiveram condições de condução e avaliação: São Borja, Taquari, Três de Maio, Vacaria e Veranópolis. A adubação de base e de cobertura em cada local foi realizada com base nos resultados das análises de solo, conforme a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC (2004). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, com parcelas de quatro filas de 0,7 m entre linhas e 5 m de comprimento, sendo aproveitadas as duas linhas centrais.

Foram avaliadas a altura de plantas, em cm; população, número de plantas m⁻²; e massa verde (kg m⁻²). O acamamento de plantas, doenças e florescimento também foram avaliados. Os ensaios foram conduzidos de acordo com as indicações técnicas para a cultura (REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E SORGO, 2009). Os dados foram submetidos à análise de variância paramétrica e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância pelo uso do *software* Sisvar (FERREIRA, 1992).

Resultados e Discussão

A análise conjunta dos dados dos cinco locais (Tabela 1) mostrou que a média para a altura de plantas foi de 273 cm, destacando-se, como mais altos, as seleções Past-01-37-04 (311 cm), Past-02-81-04 (309 cm) e Past 23B-04A (308 cm) e a cultivar Fepagro RS 11 (307 cm), enquanto o menor porte foi dos materiais DOBLE P 1 (184 cm) e A 9902 (182 cm), sendo que os demais tiveram alturas variando de 304 cm a 206 cm.

A produção de massa verde variou de 5,054 a 2,582 kg m⁻², com média de 4,190 kg m⁻², destacando-se Fepagro 17, Past-19-10-AA-04AA, Fepagro 19, Past-21-08, Past-38-23B-04 A, Fepagro 18, Past 17-38-9 A-03-04, Past RS 12 Sel, Past-22-08, Fepagro RS 11, Past-01-37-04, Past-29-49-CC-04 A, Past-39-76-04 A, Past-47-64-54-51a-03-04, Fepagro RS 12 e Past-02-81-04 com valores que variaram de 5,054 kg m⁻² a 4,360 kg m⁻². A cultivar de milho Fepagro 35 teve menor produção com 2,582 kg m⁻². As produções intermediárias variaram entre 4,324 kg m⁻² e 2,616 kg m⁻².

Na Tabela 2, as produções de massa verde nos diferentes locais mostram médias com valores entre 1,850 kg m⁻², em Vacaria, e 6,180 kg m⁻², em Três de Maio. Em Vacaria, os dados mostram que não houve diferenças estatísticas significativas entre os

ENSAIO SUL-RIO-GRANDENSE DE SORGO SILAGEIRO:
ANÁLISE CONJUNTA DA SAFRA 2010/2011

Tabela 1 - Altura das plantas de sorgo, em cm; população de plantas por m²; e produção de massa verde, em kg por m²) de 26 variedades de sorgo e duas de milho. Médias e análise de variância conjunta dos dados obtidos em cinco ensaios, localizados nos municípios de Taquari, São Borja, Taquari, Vacaria, Veranópolis e Três de Maio. Experimentos conduzidos pela Fepagro e pela Setrem na safra 2010/2011.

	Cultivares*	Altura (cm)		População (plantas m ⁻²)	Cultivares	Massa verde (kg m ⁻²)	
sil/sac	Past-01-37-04	311	a	12,7	Fepagro 17	5,054	a
sil/sac	Past-02-81-04	309	a	12,5	Past-19-10-AA-04AA	4,976	a
sil/sac	Past 23B-04A	308	a	13,1	Fepagro 19	4,960	a
sil/sac	Fepagro RS 11	307	a	11,0	Past-21-08	4,904	a
sil/sac	Past RS 12 Sel.	304	ab	11,8	Past-38-23B-04 A	4,816	a
sil/sac	Past-38-23B-04 A	302	ab	11,6	Fepagro 18	4,736	a
sil/sac	Past 17-38-9 A-03-04	302	ab	8,9	Past 17-38-9 A-03-04	4,640	a
sil/sac	Fepagro RS 12	299	abc	10,8	Past RS 12 Sel.	4,624	a
sil/sac	Past-22-08	297	abc	9,6	Past-22-08	4,622	a
sil/sac	Past-29-49-CC-04 A	296	abc	9,8	Fepagro RS 11	4,538	a
sil/sac	Past-47-64-54-51a-03-04	296	abc	12,6	Past-01-37-04	4,522	a
sil/sac	Past-21-51-04 A	296	abc	10,9	Past-29-49-CC-04 A	4,490	a
sil/sac	Past-39-76-04 A	295	abc	11,1	Past-39-76-04 A	4,424	a
sil/sac	Fepagro 17	295	abc	10,3	Past-47-64-54-51a-03-04	4,384	a
sil/sac	Fepagro 19	293	abc	11,4	Fepagro RS 12	4,372	a
sil/sac	Past 8-37-22 A-03-1	287	abcd	10,9	Past-02-81-04	4,360	a
sil/sac	Fepagro 18	287	abcd	9,7	Past 8-37-22 A-03-1	4,324	ab
sil/sac	Past-19-10-AA-04AA	279	abcd	11,7	Past 23B-04A	4,312	ab
sil/sac	Past-21-08	277	abcd	10,3	Past-21-51-04 A	4,216	abc
sil/sac	Past 11-46 A-03-04 A	268	abcd	11,7	Past 11-46 A-03-04 A	4,198	abcd
sil	BRS 610	248	abcde	14,0	BRS 655	3,980	abcde
sil	Qualimax	232	abcde	11,5	BRS 610	3,892	abcde
sil	BRS 655	231	abcde	13,5	BRS 61288	3,712	abcde
sil	BRS 61288	223	bcde	12,9	Qualimax	3,640	abcde
mi	Fepagro 35	216	cde	12,4	A 9902	2,764	bcde
mi	Fepagro S 395	206	de	16,0	DOBLE P 1	2,706	cde
sdp	DOBLE P 1	184	e	7,9	Fepagro S 395	2,616	de
sdp	A 9902	182	e	8,2	Fepagro 35	2,582	e
	Média	273		11,4		4,190	

* sil/sac= silageiros sacarinos; sdp=sorgo duplo propósito; sil= sorgos silageiros; mi= milho
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem, significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Tabela 2 - Produção de massa verde (kg m⁻²) de sorgos silageiros em cinco locais de avaliação no estado do Rio Grande do Sul. Experimentos conduzidos pela Fepagro e pela Setrem na safra 2010/2011.

Nº	Cultivares	São Borja		Taquari		Vacaria		Veranópolis		Três de Maio	
1	BRS 610	4,37	bcdef	2,83	abc	1,26	a	4,52	abcd	6,48	abcd
2	BRS 655	4,50	bcdef	2,82	abc	1,71	a	5,12	abc	5,75	abcde
3	Past-01-37-04	5,34	abc	3,16	abc	1,87	a	4,92	abcd	7,32	abc
4	Past-19-10-AA-04AA	6,41	ab	3,89	a	2,09	a	5,62	a	6,87	abcd
5	Past 23B-04A	5,50	abc	4,17	a	1,82	a	4,62	abcd	5,45	abcde
6	Past-38-23B-04 A	6,23	abc	3,89	a	2,05	a	5,46	a	6,45	abcd
7	Past-21-08	5,91	abc	3,44	abc	2,05	a	5,17	ab	7,95	ab
8	Past-22-08	5,18	abc	4,09	a	2,09	a	4,69	abcd	7,06	abcd
9	Past 8-37-22 A-03-1	5,16	abcd	3,60	ab	1,20	a	4,62	abcd	7,04	abcd
10	Past 17-38-9 A-03-04	5,48	abc	4,10	a	1,97	a	4,46	abcd	7,19	abc
11	Past-39-76-04 A	5,82	abc	4,29	a	1,89	a	4,68	abcd	5,44	abcde
12	Fepagro RS 11	5,34	abc	3,87	ab	2,25	a	4,44	abcd	6,79	abcd
13	Fepagro 19	6,61	a	3,85	ab	1,50	a	5,83	a	7,01	abcd
14	Fepagro 18	5,75	abc	4,12	a	1,62	a	4,94	abcd	7,25	abc
15	Fepagro 17	6,07	abc	4,39	a	1,81	a	4,87	abcd	8,13	a
16	Fepagro RS 12	5,87	abc	3,33	abc	1,90	a	5,20	ab	6,56	abcd
17	Past RS 12 Sel	6,36	ab	4,11	a	2,13	a	4,87	abcd	5,74	abcde
18	Past-29-49-CC-04 A	5,11	abcd	3,50	ab	2,26	a	5,02	abcd	6,56	abcd
19	Past-47-64-54-51A-0304	4,50	.bcdef	3,45	abc	1,67	a	4,67	abcd	7,63	abc
20	Past-02-81-04	5,18	abc	3,43	abc	1,88	a	4,79	abcd	6,52	abcd
21	Past 11-46 A-03-04 A	4,96	abcd	2,93	abc	2,00	a	4,52	abcd	6,58	abcd
22	Past-21-51-04 A	4,77	abcde	3,27	abc	1,53	a	4,96	abcd	6,55	abcd
23	Fepagro 35	2,25	g	1,40	bc	2,16	a	3,08	cd	4,02	de
24	Fepagro S 395	2,50	fg	0,98	c	2,02	a	3,04	d	4,54	cde
25	A 9902	3,11	def	2,44	abc	1,81	a	3,27	bcd	3,19	e
26	DOBLE P 1	2,78	efg	2,90	abc	1,77	a	3,10	cd	2,98	e
27	BRS 61288	4,96	abcd	2,36	abc	1,89	a	4,46	abcd	4,89	bcde
28	Qualimax	4,22	def	3,35	abc	1,57	a	3,98	abcd	5,08	abcde
	Média	5,00		3,36		1,85		4,60		6,18	

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem, significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

materiais avaliados. Em São Borja, a cultivar Fepagro 19 foi a que mostrou maior produção (6,610 kg m⁻²) e o milho Fepagro 35 o de menor valor, 2,250 kg m⁻²; enquanto em Três de Maio o destaque positivo foi Fepagro 17 e o negativo A 9902 e DOBLE P 1. Em Taquari, Past-19-10-AA-04AA, Past 23B-04A, Past-38-23B-04 A, Past-22-08, Past 17-38-9 A-03-04, Past-39-76-04 A, Fepagro 18, Fepagro 17, Past RS 12 Sel. O milho Fepagro S 395, com 0,980 kg m⁻², foi o que menos produziu. Em Veranópolis, as

seleções Past-19-10-AA-04AA (5,620 kg m⁻²); Past-38-23B-04 A (5,460 kg m⁻²) e Fepagro 19 (5,830 kg m⁻²) se destacaram positivamente, enquanto o milho Fepagro S 395 com 3,040 kg m⁻² foi o que menos produziu.

As cultivares de sorgo sacarinos/silageiros avaliadas neste trabalho tiveram desempenho superior quanto à produtividade de biomassa, inclusive acima da média dos ensaios. Verificou-se que a produtividade de sorgos silageiros/sacarinos foi duas

vezes superior a das variedades de milho (Tabelas). Os resultados confirmam que os sorgos silageiros/sacarinos são fontes de biomassa alimentar e energética de alto potencial que estão sendo pouco aproveitados pelos produtores do RS, à medida que a área semeada está em torno de 80 mil hectares. Essa área poderia ser aumentada para em torno de 200 mil hectares por ano, para viabilizar a alimentação de um número seis vezes maior de bovinos, se o sorgo substituísse o milho (REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E SORGO, 2009). Outro fator importante é que os sorgos possuem capacidade de rebrota intensa. Quando semeados conforme as indicações da pesquisa, de meados de setembro até o fim de outubro, têm condições de produzir dois cortes em uma semeadura, resultando em produtividade 150 % superior a do milho, viabilizando ao produtor uma economia muito significativa.

Desta forma, de acordo com os resultados dos ensaios conduzidos na safra 2010/2011, a produção de biomassa de sorgo para alimentação de ruminantes foi, no mínimo, o dobro da produção do milho.

Referências

- ALMODARES, S.; SEPAHI, A.; DALILOTOJJARY, H.; GHVAMI, R. Effect of phenological stages on biomass and carbohydrate contents of sweet sorghum cultivars. *Annals of Plant Physiology*, Ghaziabad, v. 8, n. 1, p. 42-48, 1994
- CHIELLE, Z.; COMERLATO, J.; BURIN, M. E. Avaliação de progênies e híbridos para corte e silagem de sorgo. *Reunião Técnica Anual do Milho e Sorgo*, 40; *Reunião Técnica do Sorgo*, 23, Pelotas, julho 1995. *Anais... Pelotas, EMBRAPA-CPACT*, 1996, p. 231-233.
- CHIELLE, Z. G. Avaliação de cultivares e seleções de sorgo para silagem, no Rio Grande do Sul, safra 2008/2009. In: *REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO*, 54., 2009, Veranópolis. CD Atas e Resumos... Porto Alegre: FEPAGRO/EMATER, 2009. Disponível em < http://www.emater.tche.br/site/area/reuniao_tecnica_resumos.php>. Acesso em 10 nov 2010
- CHIELLE, Z. G. Ensaio Sul-Rio-grandense de sorgo silageiro: análise conjunta. In: *REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO*, 56., 2011, Ijuí. Atas e Resumos... Porto Alegre: FEPAGRO/EMATER, 2011. Disponível em < http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/area/publicacoes/ata_56.pdf>. Acesso em 21 de dezembro de 2011
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Comissão de Química e de Fertilidade do Solo RS/SC, 2004. 400 p.
- FERREIRA, D. F. 1992. SISVAR (Sistema para análise de variância para dados balanceados). Lavras: UFLA, 79 p.
- RESENDE, M. C.; ANDRADE, L. A. B.; NETO, P. C.; RAMALHO, M. A. P. Comportamento de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) em diferentes épocas de semeadura na região de Lavras, MG. *Ciência e Prática*, Lavras, n. 13, v. 3, p. 257-268, 1998.
- REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E SORGO (54 e 37., 2009, Veranópolis. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul – Safras 2009/2010 e 2010/2011. Veranópolis: Fepagro-Serra, 2009. 179 p.
- REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E SORGO (56 e 39., 2009, Ijuí. Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul – Safras 2011/2012 e 2012/2013. Ijuí: Fepagro e Emater, 2010. 149 p. Disponível em < http://issuu.com/fepagro/docs/litms_2011>. Acesso em 10 de janeiro de 2012
- TABOSA, J. N.; ARAÚJO, M. R. A.; SANTOS, M. C. S.; LIRA, M. A. et al. Obtenção e avaliação de novas cultivares de sorgo forrageiro para o semi-árido de Pernambuco. *Anais ...*, 19º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Porto Alegre, p. 83-96, 1992.
- TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; BEISMAN, D. A. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 17, n. 3, p. 248-251. 1997.

Morfologia e características da carcaça de cordeiros Corriedale, submetidos a diferentes sistemas de pastejo¹

Giselda da Silva Pires², Marilise Mesquita³,
Jorge Dubal Martins⁴, Jorge Alberto F. Porciúncula⁵

Resumo – O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de cordeiro quanto às medidas corporais *in vivo* e de carcaça, em três sistemas de pastejo em campo nativo. Os animais da raça Corriedale foram submetidos ao pastejo rotacionado em campo nativo melhorado com introdução de espécies hibernais (CNMR), ao pastejo rotacionado em campo nativo (CNR) e ao pastejo contínuo em campo nativo (CNC). Os lotes foram abatidos respectivamente aos 195, 215 e 257 dias. Os sistemas de pastejo rotacionado, de forma geral, apresentaram melhores resultados com relação às medidas corporais *in vivo*, e ainda uma menor idade de abate. O peso vivo apresentou uma correlação significativa com a maioria das medidas de carcaça em todos os tratamentos. Na relação peso vivo ao abate e peso de carcaça quente, a melhor correlação foi a do tratamento CNMR.

Palavras-chave: campo nativo, ovinos, medidas de produção, rendimento.

Body traits *in vivo* and characteristic of the carcass of male Corriedale lambs graze on three native grass systems

Abstract – The objective of this work was to evaluate the performance of male Corriedale lambs related to body traits *in vivo* and in carcass graze in three native grass systems. The animals were submitted to rotation grazing with the improvement to some hibernal species (CNMR), to the rotation grazing (CNR) and to the continuing grazing (CNC). The animals were slaughtered at 195, 215 and 257 days of age, respectively. The rotational grazing systems in general, showed better results related to the body measures *in vivo* and in the age of slaughter. The live weight showed a significant correlation with the most carcass traits in all treatments. The better correlation of live weight and hot carcass weight was showed in CNMR treatment.

Key-words: sheep, native grass, production traits, slaughter weight.

Introdução

A ovinocultura gaúcha nos dias atuais tem servido a dois mercados: o da lã, que retomou crescimento a partir de 2002, e o da carne. A demanda por esse produto concentra-se na carne de cordeiros, por ser um produto de teor moderado de gordura, com sabor e aroma característicos e desejáveis, apenas encontrados na carne de animais jovens. Em função da valorização da carne e revalorização da lã, raças com aptidão dupla, hoje mais do que

nunca, tem seu espaço no mercado e nos sistemas de produção ovina.

As pastagens naturais do Rio Grande do Sul têm sido a principal fonte de alimento volumoso para bovinos de corte e ovinos. A composição florística, característica deste campo, é formada por gramíneas de bom valor forrageiro, o que permite a utilização deste recurso natural. Nos levantamentos da composição florística dos campos naturais, Boldrini (1997) identificou cerca de 400 espécies de gramíneas e 150 de leguminosas, confirmando que, apesar da ampla diversidade de espécies nestes campos, elas

¹ Manuscrito submetido em 14/03/2009 e aceito para publicação em 17/10/2011.

² Zootecnista, M.Sc. Produção Animal, Fepagro, Rua Gonçalves Dias, 570, CEP 90130-060, Porto Alegre (RS).

³ Med. Veterinária, Dra. Reprodução Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua São Manoel, 963, CEP 90620-110, Porto Alegre (RS). Autor para correspondência: marilisesmesquita@gmail.com

⁴ Zootecnista, M. Sc. Zootecnia, FEPAGRO Forrageiras - São Gabriel/RS.

⁵ Med. Veterinário, FEPAGRO Forrageiras - São Gabriel/RS

são em sua grande maioria espécies de ciclo estival. Neste sentido, o enfoque no manejo das pastagens naturais contribui para o aumento da produtividade na ovinocultura em sistema extensivo de criação, que é a base da criação no Rio Grande do Sul. Porém, alternativas ao manejo tradicional a campo, como pastejo rotacionado e o confinamento, têm sido constantemente propostas. Santos et al. (2006) discutiram que a exploração intensiva das pastagens com ovinos deve ser manejada em esquema de lotação rotacionada visando a um manejo mais adequado e garantindo um período de repouso que possibilite a recuperação da pastagem, antes de um novo ciclo de pastejo. Santos et al. (2007) observaram que o sistema intensivo de criação, em pastagem cultivada com manejo rotacionado é uma técnica economicamente viável. A importância da avaliação das medidas corporais dos animais produtores de carne está na correlação com o rendimento de carcaça e a capacidade digestiva e respiratória dos animais (SANTANA, 1996).

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de cordeiros machos, não castrados, quanto às medidas corporais *in vivo* e de carcaça em três sistemas de pastejo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos anos de 2004 e 2005 no Centro de Pesquisas Forrageiras (FEPA-GRO- Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária), no município de São Gabriel, situado na região fisiográfica da depressão central (RS). A altitude média é de 109m acima do nível do mar, e o clima da região é subtropical úmido (Cfa) conforme a classificação de Koeppen (MORENO, 1961).

Foram utilizados animais da raça Corriedale, divididos aleatoriamente nos três sistemas de pastejo. Os sistemas de pastejo utilizados foram: pastejo rotacionado em campo nativo melhorado com introdução de espécies hibernais (CNMR), com 17 cordeiros em 4,8 hectares divididos em 20 poteiros; pastejo rotacionado em campo nativo (CNR) com 15 cordeiros em 8 hectares divididos em dois poteiros e pastejo contínuo em campo nativo (CNC) com 16 cordeiros em 7,3 hectares divididos em 20 poteiros. A divisão dos poteiros foi realizada por meio de cerca elétrica (modelo Cobra, com alcance de 30 km, a luz e bateria 220 v).

No tratamento CNMR foram introduzidos por meio de sementeira direta o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), o trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) cv. E116 e o cornichão (*Lotus corniculatus* L.) cv. São Gabriel.

As ovelhas foram introduzidas nos diferentes tratamentos antes da parição, que ocorreu entre 5 e 23 de agosto de 2004. Os cordeiros continuaram nos tratamentos até o abate, e o desmame ocorreu aproximadamente aos 135 dias de idade. Os cordeiros foram abatidos quando o lote alcançou peso vivo médio acima de 30 kg. O lote de cordeiros do tratamento CNMR foi abatido aos 195 dias de idade. O lote de cordeiros do tratamento CNR foi abatido aos 215 dias. O lote de cordeiros do tratamento CNC foi abatido aos 257 dias.

No tratamento CNMR os períodos de pastejo dos poteiros foram variáveis em número de dias com o objetivo de atingir uma massa de forragem residual de 1000 kg MS ha⁻¹. Em média os períodos de utilização foram de cinco dias e o de descanso de 38 dias. Para o tratamento CNR os períodos de utilização foram de cinco dias e o de descanso foram 47 dias. Para o tratamento CNC, a taxa de lotação foi variável, utilizando-se a técnica dos animais reguladores, sendo a carga animal ajustada, quando necessário, com o objetivo de manter a oferta de forragem mínima em 10 % (10kg MS/100Kg peso vivo) como os outros dois tratamentos.

Antes do abate os animais passaram por um jejum de 12 horas e foram feitas as seguintes medições: peso vivo ao abate (kg), conformação *in vivo* (1-5), condição corporal (1-5), comprimento corporal (cm), perímetro torácico (cm), perímetro de braço (cm), altura de garupa (cm), comprimento total (cm) e compacidade do animal vivo (relação entre peso de carcaça fria e comprimento de carcaça). Após o abate foram verificados o peso (kg) e conformação de carcaça quente. Após o resfriamento foi verificado o peso (kg), conformação de carcaça fria (1-5), comprimento interno de carcaça (cm), peso de paleta (kg), peso de pernil (kg) e peso de costilhar (kg).

A avaliação do escore corporal foi realizada numa escala de 1 a 5 (muito magro a muito gordo) através da palpação dos processos transversos e espinhosos das vértebras da região lombar, conforme proposto por Russel et al. (1969). As avaliações de comprimento total, perímetros torácico, de braço e de perna foram realizadas através de medidas tomadas com fita métrica metálica. A altura de garupa foi medida com uma régua (Johnson level 48" adjust-a-square). A avaliação da conformação de carcaça quente e fria foi baseada numa escala de pontuação de 1 a 5 onde 1 é convexa e 5 subcôncava. Os dados foram submetidos à análise descritiva (cálculo das médias e desvios padrão) e análise de correlação bivariada, sendo apresentado em cada caso os respectivos P valores, pelo pacote estatístico SPSS 9.0.

Resultados e Discussão

Os resultados da Tabela 1 mostram as médias para as medidas corporais dos animais *in vivo*, antes do abate, nos três tratamentos.

Embora os lotes tenham sido abatidos com pesos médios aproximados foram observadas diferenças nas características de carcaça. Escore corporal, compacidade corporal, perímetro de braço e perímetro de perna apresentaram diferenças nas médias entre tratamentos (Tabela 1). A medida escore corporal foi superior nos animais do tratamento CNMR, provavelmente devido a maior rapidez de deposição de músculo e gordura. A compacidade corporal, que se mede pela relação entre peso vivo e comprimento corporal e permitindo a avaliação da morfologia do animal (OSÓRIO e OSÓRIO, 2003), foi diferente nos três tratamentos. Isto demonstra que ocorreu uma diferenciação morfológica nos animais devido aos diferentes tipos de manejo alimentar. A maior compacidade foi obtida no tratamento CNMR (0,69), seguido do CNR (0,60), provavelmente pela melhor qualidade da pastagem, visto que o sistema rotacionado proporciona um período de descanso para o rebrote e crescimento da pastagem. Para a altura da garupa não houve diferença entre os tratamentos, no entanto Pinheiro et al. (2007) utilizaram cordeiros em confinamento e encontraram diferenças na altura da garupa sendo a maior altura para os animais de regime alimentar com maior percentual de concentrado na ração. Para Tonetto et al. (2004), as características da carcaça foram semelhantes para os cordeiros abatidos com o mesmo peso, embora submetidos a diferentes formas de alimentação, o que não aconteceu no presente estudo (Tabela 1). As avaliações de perímetro torácico não foram diferentes nos trata-

mentos. Os animais do presente estudo foram abatidos com peso similar e não evidenciaram diferenças. Para Siqueira et al. (2001) em cordeiros abatidos com 28, 32, 36 e 40kg, o perímetro torácico aumentava de acordo com o aumento do peso vivo. No presente estudo, o perímetro de braço foi diferente entre os animais dos tratamentos CNMR (28,3 cm) e CNR (24,4 cm), mas os animais do CNC (26,4 cm) não diferiram dos dois tratamentos para esta característica. Quanto ao perímetro de perna, os animais do tratamento CNMR (37,9 cm) diferiram do CNC (33,6 cm), mas os animais do tratamento CNR (37,2 cm) não diferiram dos outros dois tratamentos.

Os animais do tratamento CNMR obtiveram uma correlação mais alta do que os demais tratamentos nas medidas perímetro torácico, escore corporal e perda no transporte. Estes animais conseguiram chegar ao peso de abate desejado mais rapidamente que os outros dois tratamentos (195 dias de idade). Por outro lado, apresentaram uma grande perda de peso no transporte, provavelmente por serem animais mais jovens, portanto com maior percentual de água corporal. Já no grupo de animais em CNR (animais abatidos aos 215 dias) foi observada uma melhor correlação do peso vivo com compacidade corporal, comprimento total e perímetro de perna quando comparado aos outros dois tratamentos. A melhor correlação entre o peso vivo e o perímetro de perna evidencia a importância deste manejo para o desenvolvimento de um dos cortes mais nobres (pernil) da carcaça ovina. Os animais do pastejo em campo nativo contínuo (CNC) apresentaram uma correlação mais alta para altura de garupa, altura de cernelha e perímetro de braço. Estes animais foram abatidos 60 dias mais tarde do que os animais do tratamento CNMR e 40 dias mais tarde do que os animais do tratamento

Tabela 1 - Média e desvio padrão das medidas corporais em cordeiros da raça Corriedale submetidos a diferentes sistemas de pastejo (São Gabriel/RS - 2004-2005).

Medidas corporais	CNMR (n=17)	CNR (n=15)	CNC (n=16)
Peso vivo ao abate (kg)	37,95±3,33	38,65±3,66	34,67±5,03
Compacidade corporal (cm)	0,69±0,06	0,60±0,04	0,53±0,04
Escore corporal (1-5)	3,74±0,34	3,22±0,24	3,12±0,30
Altura da garupa (cm)	62,31±5,31	62,10±3,87	60,63±4,43
Perímetro torácico (cm)	85,61±4,79	84,63±5,48	82,80±5,00
Perímetro de braço (cm)	28,29±2,47	24,38±4,30	26,40±1,81
Perímetro de perna (cm)	37,85±3,43	37,17±4,40	33,60±3,29

CNMR - Campo nativo melhorado com pastejo rotativo; CNR - Campo nativo com pastejo rotacionado;
CNC - Campo nativo com pastejo contínuo.

Tabela 2 - Correlação entre o peso vivo e outras variáveis medidas *in vivo*, em cordeiros da raça Corriedale, submetidos a diferentes sistemas de pastejo (São Gabriel, RS - 2004-2005).

Correlação com o peso vivo	CNMR (n=17)	CNR (n=15)	CNC (n=16)
Compacidade	0,78 (p 0,000)*	0,92 (p 0,000)*	0,63 (p 0,009)*
Comprimento total	0,40 (p 0,110)	0,90 (p 0,000)*	0,68 (p 0,004)*
Altura garupa	0,56 (p 0,018)*	0,58 (p 0,023)*	0,63 (p 0,009)*
Altura cernelha	0,61 (p 0,009)*	0,56 (p 0,029)*	0,71 (p 0,002)*
Perímetro Torácico	0,76 (p 0,000)*	0,73 (p 0,002)*	0,57 (p 0,021)*
Perímetro de Perna	0,30 (p 0,239)	0,71 (p 0,003)*	0,21 (p 0,684)
Perímetro de Braço	0,11 (p 0,668)	0,34 (p 0,221)	0,63 (p 0,009)*
Escore corporal	0,63 (p 0,007)*	0,54 (p 0,040)*	0,55 (p 0,028)*
Perda no transporte	0,66 (p 0,001)*	0,53 (p 0,044)*	0,33 (p 0,220)

CNMR - Campo nativo melhorado com pastejo rotativo; CNR - Campo nativo com pastejo rotacionado; CNC - Campo nativo com pastejo contínuo. * Correlação é significativa

Tabela 3 - Correlação entre o peso vivo e as variáveis medidas nas carcaças de cordeiros Corriedale, submetidos a diferentes sistemas de pastejo (São Gabriel/RS - 2004-2005).

Correlação com peso vivo	CNMR (n=17)	CNR (n=15)	CNC (n=16)
Compacidade da carcaça	0,76 (p 0,000)*	0,83 (p 0,000)*	0,92 (p 0,000)*
Peso de carcaça quente	0,92 (p 0,000)*	0,85 (p 0,000)*	0,26 (p 0,325)
Comprimento de carcaça	0,76 (p 0,000)*	0,83 (p 0,000)*	0,92 (p 0,000)*
Peso do pernil	0,89 (p 0,000)*	0,97 (p 0,000)*	0,89 (p 0,000)*
Peso da paleta	0,88 (p 0,000)*	0,91 (p 0,000)*	0,86 (p 0,000)*
Peso do costilhar	0,85 (p 0,000)*	0,84 (p 0,000)*	0,75 (p 0,001)*

CNMR - Campo nativo melhorado com pastejo rotativo; CNR - Campo nativo com pastejo rotacionado; CNC - Campo nativo com pastejo contínuo. * Correlação é significativa

de CNR, porque levaram mais tempo para alcançar o peso de abate (257 dias). Estes animais permaneceram mais tempo em campo, obtendo provavelmente um crescimento ósseo maior, o que pode ser explicado pela maior correlação do peso vivo com altura de garupa, de cernelha e de perímetro de braço, apesar de apresentarem uma compacidade corporal menor (Tabela 1).

Altas correlações entre peso corporal e as medidas de perímetro torácico e comprimento corporal em cordeiros criados em pastagem nativa, aos 112 dias de vida foram relatadas por Santana et al. (2001), porém para a altura da cernelha e da garupa as correlações foram mais baixas. No presente estudo, as correlações mais altas para altura de cernelha e de garupa se deram nos animais abatidos mais tardiamente (257 dias), reiterando as observações de Santana et al. (2001).

As carcaças dos animais do tratamento CNMR apresentaram correlação significativa em todas as características. No entanto, para os cortes pernil e paleta a melhor correlação com o peso vivo foi no tratamento CNR. Para as carcaças do tratamento CNC a melhor correlação foi para compacidade de carcaça e comprimento de carcaça, demonstrando o crescimento e peso ósseo. Porém, não houve correlação significativa entre peso vivo e peso de carcaça quente, provavelmente pela variabilidade dos tamanhos e pesos entre os animais deste tratamento. Nos experimentos realizados por Landim (2005) e por Menezes et al. (2008), existiu uma alta correlação entre as medidas de peso vivo e peso de carcaça quente, sendo o peso vivo um bom indicador do rendimento de carcaça. No presente estudo, o peso de carcaça quente apresentou a melhor correlação com o peso vivo nos tratamentos CNMR e CNR.

Conclusão

Os sistemas de pastejo rotacionado, de forma geral, apresentaram melhores resultados em relação às medidas corporais *in vivo*, e ainda uma menor idade de abate. O peso vivo apresentou uma correlação significativa com a maioria das medidas de carcaça em todos os tratamentos. Na relação peso vivo ao abate e peso de carcaça quente, as melhores correlações foram as dos tratamentos CNMR e CNR. Através destes resultados evidencia-se que, para se implantar um sistema de manejo de campo nativo mais produtivo, é preciso definir previamente as características de carcaça de interesse comercial a serem alcançadas.

Referências

- BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização Fisionômica e Problemática Ocupacional. Porto Alegre: UFRGS, 1997. Boletim do Instituto de Biociências, 56.
- LANDIM, A. V. Desempenho e Qualidade de Carcaça em Ovinos Cruzados no Distrito Federal. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2005. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, 2005.
- MENEZES L. F. DE O.; LOUVANDINI, H.; MARTHA JÚNIOR G. B.; MCMANUS C.; GARCIA J. A. S.; MURATA L. S. Características de Carcaça, Componentes Não-Carcaça e Composição Tecidual e Química da 12^a Costela de Cordeiros Santa Inês Terminados em Pasto com Três Gramíneas no Período Seco. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. 7, 2008.
- MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 42 p.
- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P. O. da C. et al. Métodos para Avaliação da Produção de Carne Ovino: *In Vivo* e na Carcaça. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 1998. 107 p.
- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Produção de Carne Ovina: Técnicas de Avaliação *In Vivo* e na Carcaça. Pelotas: Editor José Carlos da Silveira Osório, 73 p. 2003.
- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Avaliação *In Vivo* e da Carcaça e sua Relação em Ovinos e Avaliação Econômica da Terminação de Cordeiros em Pastagem. Boletim técnico 1, Pelotas: Editor José Carlos da Silveira Osório, 21 p., 2004.
- PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MARQUES, C. A. T.; YAMAMOTO, S. M. Biometria *in Vivo* e da Carcaça de Cordeiros Confinados. Archivos de Zootecnia, v. 56, n. 216, p. 956, 2007.
- RUSSEL, A. J. F.; DONEY, J. M.; GUNN, R. G. Subjective assessment of body fat in live sheep. Journal Agricultural Science, v. 72, p. 451-454, 1969.
- SANTANA, A. F. Correlação entre Circunferência Escrotal e Características de Crescimento em Ovinos Deslançados no Estado do Ceará. Fortaleza, 1996. 85 p. Tese (Mestrado). Universidade Estadual do Ceará, 1996.
- SANTANA, A. F. de; COSTA, G. B.; FONSECA, L. S. Correlações entre Peso e Medidas Corporais em Ovinos Jovens da Raça Santa Inês. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 1, n. 3, p. 74-77, 2001.
- SANTOS, L. E.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S. Manejo de Pastagens para Ovinos, com Uso de Cerca Eletrificada Móvel. 2006. Artigo em hipertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/ovinos/cercaeletrica/index.htm>>. Acesso em novembro de 2009
- SANTOS, L. E.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.. Sistema de Produção Intensiva de Ovinos em Pastagem de Capim Aruana. 2007. Artigo em hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/oviaruana/Index.htm>. Acesso em: 17 de abril de 2009
- SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S. Efeito do Sexo e do Peso ao Abate sobre a Produção de Carne de Cordeiro. Morfometria da Carcaça, Pesos dos Cortes, Composição Tecidual e Componentes Não Constituintes da Carcaça. Revista Brasileira de Zootecnia., v. 30, n.4, p.1299-1307, 2001.
- TONETTO, C. J.; PIRES, C. C., MÜLLER, L, ROCHA, M. G., SILVA, J. H. S., CARDOSO, A. R., PERES NETO, D. Ganho de Peso e Características da Carcaça de Cordeiros Terminados em Pastagem Natural Suplementada, Pastagem Cultivada de Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e Confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 1, p. 225-233, 2004.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A revista **Pesquisa Agropecuária Gaúcha (PAG)** é uma publicação semestral da **Fepagro** destinada à veiculação de trabalhos técnico-científicos originais resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A PAG aceita para publicação:

Artigos Científicos inéditos, com até 15 páginas;

Revisões, preferencialmente a convite da Comissão Editorial, as quais devem abordar o estado atual de conhecimento sobre um assunto particular por meio da análise e da discussão de informações já publicadas, devendo incluir comentários críticos e uma conclusão, em textos com, no máximo, 20 páginas;

Comunicados Técnicos, destinados à descrição breve de inovações metodológicas, trabalhos exploratórios ou resultados iniciais, sempre com caráter inovador e rigor científico, visando garantir a primazia na publicação de uma novidade científica, em textos com até dez páginas;

Relatos de Caso, entendidos como casos veterinários que tratem de observações inéditas, pouco frequentes, diferentes ou raramente observadas, os quais poderão ter até dez páginas.

Os trabalhos encaminhados para a PAG deverão ser inéditos, de interesse agropecuário, que não tenham sido encaminhados para outras publicações. Excetuam-se trabalhos apresentados em eventos na forma de resumos, bem como resultados de dissertações, teses ou relatórios. Opiniões e conceitos são de inteira responsabilidade dos autores. Os consultores científicos e os editores poderão rejeitar a publicação, condicionar a publicação a correções ou sugerir modificações ao texto. Os artigos poderão ser escritos em português, espanhol ou inglês, sempre com um *abstract* em inglês.

O artigo deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da Fepagro, para o *e-mail* pag@fepagro.rs.gov.br. O manuscrito deverá ser enviado como arquivo anexo, digitado em formato compatível com editor de texto *Word*, em fonte *Times New Roman* 11, em tamanho A4 (21 x 29,7 cm), sem marca d'água, com espaço duplo, margens direita e esquerda de 3 cm. Para correspondência, os autores deverão informar endereço completo, inclusive telefone e *e-mail*.

Para cada artigo publicado, será enviado um exemplar da revista e uma cópia do artigo em formato *pdf* ao autor indicado para correspondência.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

1. Padronizar os trabalhos usando códigos de nomenclatura reconhecidos internacionalmente. Nomes científicos e outros latinos deverão ser escritos em itálico. No resumo e abstract, adotar nomenclatura binomial completa. Nomes de cultivares devem ser escritos entre aspas simples, quando não estiverem precedidos da palavra cultivar.

2. Usar somente abreviações de unidades do Sistema Internacional (SI). Abreviações não-convencionais devem ser apresentadas por extenso quando aparecerem no texto pela primeira vez.

3. Separar valores de unidades de medida com um espaço (35 kg). Usar a simbologia internacional (25 kg ha^{-1} , $25 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

4. Para medidas exatas, séries de quantidades e em apresentações estatísticas, os números devem ser em algarismos arábicos. Onde a fluência do texto exigir, escrever por extenso.

5. Quando apropriado, usar símbolos para designar os elementos e compostos químicos, especialmente se estes forem citados mais de uma vez ao longo do texto.

6. Usar nomes comuns de princípios ativos e formulações químicas. Nomes comerciais, se usados, deverão ser identificados como tais.

7. Devem ser evitados neologismos e figuras de linguagem inadequadas à comunicação científica.

8. A ordenação dos artigos submetidos à PAG deverá ser feita da seguinte forma:

TÍTULO

Deve ser claro, breve, conciso e informar o conteúdo do trabalho. Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, em negrito, sem ponto final e centralizado. Poderá ser seguido do número um (1) para chamada de rodapé. Não deve conter nome científico, exceto de espécies biológicas pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário. Não deve conter abreviações, fórmulas e símbolos.

AUTORIA

Separados com espaço de uma linha abaixo do título, os nomes dos autores serão escritos completos, por extenso e em sequência, separados por vírgula e com numeração sobrescrita para identificar, no rodapé, a profissão, o grau de especialização, a instituição a que pertence e o endereço do autor.

RESUMO

Deve ser suficientemente informativo, para que o leitor identifique o conteúdo e o interesse do trabalho. Não deverá ultrapassar 200 palavras e deverá ser escrito em um só parágrafo. Deixar espaço de duas linhas abaixo dos autores.

PALAVRAS-CHAVE

Logo após o resumo, com espaço de uma linha, devem ser indicadas palavras adicionais para indexação, diferentes das que compõem o título. As palavras-chave sugeridas pelos autores poderão ser modificadas, de acordo com as indicações do THESAGRO, por meio da revisão feita pelo Serviço de Documentação e Informação da Fepagro.

TITLE

Versão fiel do título no idioma inglês.

ABSTRACT

Versão do Resumo, reproduzida integralmente no idioma inglês.

KEY WORDS

Versão em inglês das Palavras-Chave.

INTRODUÇÃO

A palavra "Introdução" deve ser alinhada à esquerda e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito. O item constará da justificativa para a realização do trabalho, situando a importância do tema abordado e estabelecendo sua relação com outros trabalhos, a partir de revisão atualizada da literatura, e incluirá os objetivos do trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

A expressão "Material e Métodos" deve ser grafada em negrito, alinhada à esquerda, com letras minúsculas, exceto as letras iniciais. O item deve descrever a metodologia empregada no trabalho, incluindo-se o local onde foi conduzido e a descrição das análises estatísticas empregadas, evitando-se, porém, a divisão em subitens.

Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas. O local de execução deverá ser escrito por extenso quando aparecer pela primeira vez.

Devem ser evitados detalhes supérfluos, descrições excessivas de técnicas de uso corrente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A expressão "Resultados e Discussão" deve ser grafada em negrito, alinhada à esquerda, com letras minúsculas, exceto as letras iniciais. Esta parte do texto deverá ser redigida sem divisão em subitens, usando verbos no passado.

Os autores devem evitar o uso de abreviaturas para designar variáveis e tratamentos. O artigo não deve conter conjecturas ou afirmações que não possam ser amparadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

Os resultados obtidos no trabalho devem ser apresentados na forma de tabelas ou imagens, de modo que todos os dados apresentados sejam discutidos e não seja feita menção a dados não apresentados. As tabelas e figuras devem ser numeradas de forma independente, sequencial, com números arábicos, devendo ser incluídas no texto.

Tabelas: Deverão ser apresentadas abaixo de uma legenda autoexplicativa, em letras minúsculas e com negrito, sem ponto final. Abaixo das tabelas poderão constar notas explicativas em fonte tamanho 8.

Figuras: Incluem gráficos, mapas, ilustrações e fotos isoladas ou organizadas em estampas. Devem ser seguidas de legenda em negrito, em letras minúsculas, sem ponto final, concisa e explicativa. Quando indispensáveis, poderão ser aceitas fotos, eslaides e gráficos coloridos. Neste caso, será cobrada uma taxa dos autores, segundo orçamento da gráfica. Para a diagramação da revista, os autores devem submeter as imagens em arquivos separados com resolução mínima de 300 dpi após o aceite do trabalho.

REFERÊNCIAS

Os trabalhos citados no texto serão ordenados, alfabeticamente, pelo sobrenome do primeiro autor, seguido da inicial do(s) prenome(s), exceto para nomes de origem espanhola, os quais devem ser grafados com os dois últimos sobrenomes. As Referências devem seguir as normas da ABNT (Norma NB-6023 de 2002).

As citações de autores no texto deverão ser feitas da seguinte forma: (SILVA, 1995); (SILVA e BASTOS, 1984); mais de dois, (SILVA et al., 1996); se for citado mais de um trabalho, separam-se por ponto e vírgula (SILVA e BASTOS, 1994; SILVA et al., 1994; ROSSER e MASTER, 1996a; ROSSER e MASTER, 1996b).

Quando se fizer referência no texto ao(s) autor(es), ou iniciar a frase mencionando-o(s), somente o ano ficará entre parênteses; por exemplo, “Silva (1993) estudou ...”.

Evitar o uso de Correa (1975) citado por Silva (1995).

Para distinguir trabalhos diferentes de mesma autoria, será levada em conta a ordem cronológica, segundo o ano da publicação. Se em um mesmo ano houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es), acrescentar uma letra ao ano (p.ex., 2006a; 2006b). Separam-se os diferentes autores por ponto e vírgula (;). As referências são alinhadas à margem esquerda.

Exemplos quanto ao tipo de material a ser referenciado:

Periódicos:

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Composição botânica e qualidade de uma pastagem de milheto em pastejo sob doses de nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 8, n. 1-2, p. 53-57, 2002.

Livros:

SOARES, F.; BURLAMAQUI, C. K. Pesquisa Científica: uma Introdução, Técnicas e Exemplos. 2. ed. São Paulo: Formar, 1972. 352 p.

Capítulo de livro:

FOY, C. D. Effects of Aluminum on Plant Growth. In: CLARSON, E.W. (Ed.). The Plant Root and its Environment. Charlottesville: University Free of Virginia, 1977. p. 601-642.

VENDRAMIN, J. D. A Resistência de Plantas e o Manejo de Pragas. In: CROCOMO, W. B. (Ed.). Manejo Integrado de Pragas. Botucatu: UNESP, 1990. Cap. 9, p. 177-197.

Teses e dissertações:

LISBOA, B. B. Parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo em sistemas de manejo. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Boletins e Relatórios:

VILHORDO, B. W.; MÜLLER, L. Caracterização Botânica de Algumas Cultivares de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Pertencentes aos Oito Grupos Comerciais. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 72 p. Boletim Técnico, 4. IPRNR. Seção de Conservação do Solo. Relatório Anual. Porto Alegre, 1990. 45 p.

Trabalhos de Reuniões e Congressos:

ORLANDO FILHO, L.; LEME, E. J. de M. A. Utilização Agrícola dos Resíduos da Agroindústria Canavieira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., 1984, Brasília. Anais... Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 451-475.

Referências obtidas na Web:

INFORMAÇÕES Climáticas: Temperaturas, Dados, Recordes e Curiosidades. Disponível em: <www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/dadostemp.htm>. Acesso em: 24 de setembro de 2004.

CONTATOS

Rua Gonçalves Dias, 570 - Bairro Menino Deus, 90130-060, Porto Alegre, RS
Telefones: (51) 3288-8023 e (51) 3288-8050
E-mail da revista: pag@fepagro.rs.gov.br
E-mail da editoração: editoracao@fepagro.rs.gov.br



Secretaria da Agricultura,
Pecuária e Agronegócio



FEPAGRO

Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
Rua Gonçalves Dias, 570
Porto Alegre/RS - CEP 90130-060
Fone: (51) 3288-8000 Fax: (51) 3233-7607
fepagro@fepagro.rs.gov.br | www.fepagro.rs.gov.br