

2013

ISSN 0104-9070

**PAG**  
Pesquisa Agropecuária Gaúcha  
volume **19** número **1/2**

**19**

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, 2013

Pesq. Agrop. Gaúcha, Porto Alegre, v.19, ns. 1/2, p. 1-135, 2013.

**FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - FEPAGRO**

**Divisão de Comunicação Social – Programa de Editoração**

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre, RS – CEP 90130-060

Telefone: (51) 3288-8073 Fax: (51) 3233-7607

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

pag@fepagro.rs.gov.br

**Comissão Editorial:**

Ivan Renato C. Krolow – Presidente; Bernadete Radin; Andréia Mara Rotta de Oliveira; Diego Bittencourt de David; Fabiana Quos Mayer; Caio Stoffel Efrom; Antônio José Trevisan Teixeira; Rafaela de Felipe, Marioni Dornelles da Silva e Nêmora Arlindo Rodrigues.

Tiragem: 500 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

2013, v. 19, ns. 1/2.

CDU 63(05)

**REFERÊNCIA**

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA. Porto Alegre: Fepagro, v. 19, p. ns. ½, p. 1-135.

Agricultura, Pecuária e Agronegócio

Os artigos publicados neste periódico científico estão indexados nas bases de dados:

- CAB International – CAB Abstracts;
- Agris;
- Denwent Veterinary Drug File;
- Denwent Crop Protection File.

**Solicitamos permuta**

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

## Consultores deste volume

Adilson Tonietto (Fepagro)	Henrique Pereira dos Santos (UFAM)
Ana Celi Silva (Unesc)	Ivan Renato Cardoso Krolow (Fepagro)
André Boldrin Beltrame (Fepagro)	Ivonete Fátima Tazzo (Fepagro)
André Dabdab Abichequer (Fepagro)	Jacson Zuchi (IFG)
André Samuel Strassburger (Fepagro)	João Alfredo Braidá (UFFS)
Andreia Mara Rotta de Oliveira (Fepagro)	Juliano Dalcin Martins (Fepagro)
Anelise Beneduzzi da Silveira (Fepagro)	Juliano Garcia Bertoldo (Fepagro)
Ariano Martins de Magalhães Jr. (Embrapa Clima Temperado)	Maria da Graça de Souza Lima (Fepagro)
Benjamin Osorio Dias Filho (Uergs)	Mateus da Silveira Pasa (UFPel)
Caren Regina Cavichioli Lamb (Fepagro)	Maurício Marini Köpp (Embrapa Pecuária Sul)
Carlos Alberto Casali (UTFPR)	Priscilla Ferraz Câmara Monteiro (Fepagro)
Christian Bredemeier (UFRGS)	Raquel Paz da Silva (Fepagro)
Claudia Yurika Tamehiro (UENP)	Renata Katsuko Takayama Kobayashi (UEL)
Deivid Araújo Magano (UFPel)	Ricardo Bemfica Steffen (UFMS)
Fabiano Simões (Uergs)	Rogério Ferreira Aires (Fepagro)
	Rosana Matos de Moraes (Fepagro)

## Autores deste volume

Alcir Jose Modolo	Deivid Araújo Magano	João Armando Dessimon	Miquéias de Oliveira Assis
Alfran Tellechea	Dirceu Agostinetto	Machado	Nixon da Rosa
Martini	Eduardo Venske	José Carlos da Silveira Osório	Westendorff
Álvaro Fernando	Elias Abel Barbosa	Júlio Otávio Jardim Barcellos	Patricia Tubelis
Portes	Elisandra Solange O. Bortolon	Kelly Cristina Tagliari de Brito	Paulo Djalma Zimmer
Ana Cláudia	Elísio Camargo de Bortoli	Leandro Bortolon	Paulo Ricardo Reis
Langaro	Emerson Trogello	Leandro Hahn	Fagundes
Ana Lúcia Hanisch	Emiliano Santarosa	Leonardo Darbello	Paulo Sérgio Gomes da Rocha
Anderson Dionei	Enilson Luiz	Torres	Paulo Vitor Dutra de Souza
Grützmacher	Saccol de Sá	Lucas Oliveira da Costa	Rafael Anzanello
André da Rosa	Ernani Pezzi	Lucas Vinícius de Souza Cangussú	Rafael Goulart
Ulguim	Fernanda Scharnberg	Luciane Martins	Machado
André Ricardo Zeist	Brandão	Luciano Leite	Raquel Garibaldi
Andréia Márcia Santos de Souza	Fernando Shimitdke	Navarini	Damasceno
David	Franciele Silva de Armas	Luís Eduardo Panozzo	Róberson Macedo
Antônio Pedro	Gentil Felix da Silva Neto	Ferreira de Souza	Oliveira
Brusamarello	Gilcimar Adriano Vogt	Maira Cristina Pedrotti	Roberto Pedroso de Oliveira
Augusto Cesar da Cunha	Hélen Claudine Saliba Rodrigues	Marcelo Zimmer	Robson Andreazza
Benito Guimarães de Brito	Hugo Tiago Ribeiro Amaro	Marcos Borba	Rodolpho Freire
Carlos Alberto Bissani	Ivan R. C. Krolow	Maria Eugênia Andrighetto	Marques
Carlos André Bahry	Jaqueline Schneider Lemes	Canozzi	Simone Priscila Bottega
Caroline Borges	Jean Carlos dos Reis Soares	Maria Teresa Moreira Osório	Ulisses de Arruda
Bevilacqua	Jefferson Araújo	Marino José Tedesco	Córdova
Claudia Klein	Flaesso	Mário Miranda	Vagner Miranda Portes
Claudio Henrique Kray	Jerusa Rech	Matheus Dhein Dill	Vilson Antonio Klein
Cleber Maus			Vinícius Augusto Steffler
Alberto			William Rosa da Silva
Clesio Gianello			Walkyria Bueno
Clevison Luiz			Scivittaro
Giacobbo			

## Sumário / Table of Contents

### Seção: AGRONOMIA

<b>Decomposição de resíduo carbonífero e de curtume no solo avaliada pela atividade microbiana e modificações nos atributos químico do solo pela aplicação dos resíduos</b> <i>Tannery and coal mining soil decomposition evaluated by microbial activity</i> Cláudio Henrique Kray, Marino José Tedesco, Carlos Alberto Bissani, Leandro Bortolon, Elisandra Solange O. Bortolon, Robson Andrezza, Clesio Gianello.....	07
<b>Características agronômicas do trigo em função do tratamento de sementes e épocas de aplicação de nitrogênio</b> <i>Agronomic characteristics of wheat due to seed treatment and timing of nitrogen application</i> André da Rosa Ulguim, Dirceu Agostinetti, Alfran Tellechea Martini, Nixon da Rosa Westendorff, Ana Cláudia Langaro.....	16
<b>Propriedades físicas do solo e rendimento de grãos de trigo em função de manejo do solo e uso de bioestimulantes</b> <i>Soil physic properties and wheat grain yield under soil management and bioestimulant use</i> Wilson Antonio Klein, Luciano Leite Navarini, Claudia Klein, Lucas Oliveira da Costa, Elias Abel Barbosa, Vinícius Augusto Steffler.....	24
<b>Promoção de crescimento de híbridos de milho inoculados com rizóbios e bactérias diazotróficas associativas</b> <i>Growth promotion of maize hybrids inoculated with rhizobia and diazotrophic associative bacteria</i> Leandro Hahn; Enilson Luiz Saccol de Sá; William Rosa da Silva; Rafael Goulart Machado; Raquel Garibaldi Damasceno.....	33
<b>Tamanhos e formatos de sementes não influenciam a germinação, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho</b> <i>Different shapes and sizes of seeds on the productivity of the culture of corn</i> Emerson Trogello, Alcir Jose Modolo, Álvaro Fernando Portes, Antônio Pedro Brusamarello.....	41
<b>Efeitos secundários de herbicidas aplicados em soja sobre <i>Trichogramma pretiosum</i></b> <i>Side-effects of herbicides applied in soybean on <i>Trichogramma pretiosum</i></i> Deivid Araújo Magano, Ivan R. C. Krolow, Anderson Dionei Grützmacher, Luís Eduardo Panozzo, Franciele Silva de Armas, Marcelo Zimmer.....	49
<b>Efeito da supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos na qualidade de sementes de arroz irrigado</b> <i>Effect of irrigation suppression in different growth stages on seed quality of irrigated rice</i> Hélen Claudine Saliba Rodrigues, Carlos André Bahry, Caroline Borges Bevilacqua, Eduardo Venske, Paulo Djalma Zimmer, Paulo Ricardo Reis Fagundes.....	57
<b>Produção de mudas de tomateiro por estaquia sobre o efeito de diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico</b> <i>Tomato seedlings production by cutting according to the substrate and indolbutiric acid concentration</i> André Ricardo Zeist, Gentil Felix da Silva Neto, Clevison Luiz Giacobbo, Cleber Maus Alberto, Fernando Shimitdke.....	64
<b>Efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro</b> <i>Effect of seed size on the physiological performance of bean</i> Lucas Vinícius de Souza Cangussú, Andréia Márcia Santos de Souza David, Hugo Tiago Ribeiro Amaro, Miquéias de Oliveira Assis.....	71
<b>Produtividade e persistência de trevos-vermelhos, trevo-alexandrino e chicória forrageira em quatro locais de Santa Catarina</b> <i>Productivity and persistence of red clover, Egyptian clover and chicory in four locations in Santa Catarina, State</i> Ana Lúcia Hanisch, Ulisses de Arruda Córdova, Jefferson Araújo Flaesso, Gilcimar Adriano Vogt, Mário Miranda, Vagner Miranda Portes.....	80

**Desempenho agrônômico do níger em função da época de semeadura para a Região Sul do Mato Grosso do Sul**

*Agronomic performance of niger according to period of sowing in the south region of Mato Grosso do Sul*

Simone Priscila Bottega, Jerusa Rech, Luiz Carlos Ferreira de Souza, Rodolpho Freire Marques, Maira Cristina Pedrotti, Leonardo Darbello Torres .....88

**Uso de LEDs na multiplicação e enraizamento *in vitro* de framboeseiras**

*LED - New light source for multiplication and rooting in vitro of raspberry*

Paulo Sérgio Gomes da Rocha, Roberto Pedroso de Oliveira, Walkyria Bueno Scivittaro.....95

**Tamanho de fruto em quivizeiros em função do número de sementes**

*Fruit size in kiwi trees based on the number of seeds*

Rafael Anzanello, Paulo Vitor Dutra de Souza, Emiliano Santarosa, Ernani Pezzi.....102

**Seção: VETERINÁRIA**

**Aspergilose crônica em avestruzes (*Struthio camelus*)**

*Chronic aspergilosis in ostriches (*Struthio camelus*)*

Patricia Tubelis, Kelly Cristina Tagliari de Brito, Augusto Cesar da Cunha

Benito Guimarães de Brito.....112

**Seção: ZOOTECNIA**

**Características instrumentais e sensoriais da carne de caprinos da região do Alto Camaquã, Rio Grande do Sul, Brasil**

*Characteristics of goat meat Alto Camaquã*

Jaqueline Schneider Lemes, Maria Teresa Moreira Osório, José Carlos da Silveira Osório, Marcos Borba, Róberson Macedo Oliveira, Luciane Martins.....117

**Caracterização da cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul, Brasil**

*Characterization of sheep meat production chain in Rio Grande do Sul, Brazil*

Maria Eugênia Andrighetto Canozzi, Júlio Otávio Jardim Barcellos, Fernanda Scharnberg Brandão, Matheus Dhein Dill, Elísio Camargo de Bortoli, Jean Carlos dos Reis Soares, João Armando

Dessimon Machado.....127

# Decomposição de resíduo carbonífero e de curtume no solo avaliada pela atividade microbiana e modificações nos atributos químicos do solo pela aplicação dos resíduos<sup>1</sup>

Cláudio Henrique Kray<sup>2</sup>, Marino José Tedesco<sup>3</sup>, Carlos Alberto Bissani<sup>3</sup>, Leandro Bortolon<sup>4</sup>,

Elisandra Solange O. Bortolon<sup>4</sup>, Robson Andreazza<sup>5</sup>, Clesio Gianello<sup>3</sup>

**Resumo** - Os resíduos gerados na exploração de carvão mineral e no processamento de peles são produtos potencialmente poluentes em várias regiões do Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, pelo maior número de curtumes localizados nestes estados. O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a decomposição de resíduo carbonífero e de curtume no solo avaliada pela liberação de C-CO<sub>2</sub>. O experimento foi conduzido em frascos respirométricos em um ARGISSOLO Vermelho Distrófico típico. Foram aplicados oito tratamentos, sendo testados o lodo de curtume e a serragem cromada de curtume e resíduo carbonífero. O lodo de curtume foi eficiente para aumentar o pH do solo e para suprir nitrogênio no sistema. A adição de cromo mineral (Cr(III)) com lodo de curtume afetou a atividade microbiana avaliada pela liberação de C-CO<sub>2</sub>. O lodo de curtume pode ser utilizado para a neutralização da acidez do solo gerada pelo descarte de resíduo carbonífero contendo alto teor de enxofre reduzido (pirita). A serragem cromada pode ser descartada no solo, necessitando, entretanto, calagem e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em quantidades adequadas para o desenvolvimento das culturas. O resíduo carbonífero apresenta grande potencial de acidificação do solo e baixa taxa de decomposição.

**Palavras-chave:** Cromo. Lodo de curtume. Metal pesado. Serragem cromada.

## Tannery and coal mining soil decomposition evaluated by microbial activity

**Abstract** - Tannery residues and coal mining refuse are important polluting sources in Brazil, mainly in the southern Rio Grande do Sul and Santa Catarina states. In order to study the tannery and coal mining soil decomposition evaluated by microbial activity was carried out an experiment in controlled conditions using Acrisol under grassland. Eight treatments were applied containing tannery sludge, leather shavings and coal refuse. Tannery sludge was efficient to increase the pH and nitrogen supply to system. Mineral chromium (Cr (III)) applied with tannery sludge affected the microbial activity evaluated by C-CO<sub>2</sub> release. The tannery sludge can be used to soil acidity amelioration caused by coal refuse with high reduced sulfur content (pyrite). The leather shavings can be disposed in soil; however, it is necessary a lime application, and nitrogen, phosphorus and potassium amendment for crop production. Coal refuse has a soil acidification potential and low decomposition rate.

**Key words:** Tannery sludge. Leather shavings. Heavy metals. Nutrients chromium.

<sup>1</sup> Manuscrito submetido em 14/12/2012 e aceito para publicação em 19/04/2013.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RS Campus Restinga - Porto Alegre. Cx Postal 772. E-mail: [claudio.kray@restinga.ifrs.edu.br](mailto:claudio.kray@restinga.ifrs.edu.br)

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Pesquisador EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas, Palmas, TO, Brasil.

<sup>5</sup> Eng. Agr., Dr., Professor do Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas (UFPel). R. Almirante Barroso 1734, CEP 96010-280 Pelotas (RS). \*E-mail: [robsonandreazza@yahoo.com.br](mailto:robsonandreazza@yahoo.com.br)

## Introdução

A indústria coureiro-calçadista e a mineração do carvão são atividades importantes na economia do Estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, essas geram quantidades consideráveis de resíduos. A aplicação de resíduos em solo agrícola vem sendo utilizada de forma crescente em nível mundial, sendo uma alternativa ambiental e economicamente viável. Por suas características químicas e biológicas, o solo propicia as condições necessárias para a biodegradação de resíduos orgânicos e a retenção dos metais pesados e outros poluentes. Além disso, o material orgânico pode disponibilizar nutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e o potássio para as plantas e os microrganismos, e melhorar atributos químicos e físicos do solo pela adição de matéria orgânica (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Entretanto, é necessário o monitoramento de possíveis efeitos negativos decorrentes da aplicação destes resíduos ao solo. Dentre esses, destaca-se a contaminação por metais pesados, a redução na atividade microbiana e a contaminação das águas subterrâneas por nitrato, proveniente da mineralização dos compostos orgânicos dos resíduos.

O lodo de curtume pode ser utilizado para a correção do pH de solos ácidos e como fonte de nitrogênio para as culturas. Vários estudos realizados em vasos e a campo demonstraram a viabilidade do uso do lodo para as culturas do milho, soja, sorgo, acácia negra, eucalipto e rabanete (TEIXEIRA, 1981; STOMBERG; HEMPHILL e VOLK, 1984; SELBACH et al., 1991; FIGLIOLIA et al., 1992; FISCH, 1992 ; FISCH, 1994 ; FERREIRA et al., 2003; CAVALLET; SELBACH e GIANELLO, 2007; GIANELLO et al., 2011).

Os processos de extração, beneficiamento e utilização do carvão mineral têm elevado potencial poluidor, pelo grande volume de resíduos gerados. O potencial poluidor do rejeito carbonífero está associado à oxidação da pirita, que leva à acidificação do solo. Na recuperação das áreas mineradas o estabelecimento da vegetação é dificultado pela acidez do solo e baixo nível de fertilidade do sistema. Estudos têm avaliado o potencial de lodos de esgoto como corretivo da acidez de resíduos carboníferos. Ferreira et al. (2003), em experimento de campo com aplicação de 106 t ha<sup>-1</sup> de resíduo Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 7-15, 2013.

carbonífero no solo, e a mesma dose mais 21,25 t ha<sup>-1</sup> de lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) de curtume, obtiveram valores de pH do solo e rendimentos de grãos de milho e soja maiores no tratamento com lodo, sendo esses valores semelhantes aos determinados no tratamento com calcário e adubação mineral, sem aplicação de resíduo carbonífero. Portanto, o descarte de resíduos no solo deve ser feito considerando a taxa de degradação e a composição química. Nessa última, principalmente quanto ao teor de metais pesados, o poder fertilizante e a capacidade de neutralização da acidez têm grande importância para os estudos da taxa de decomposição desses resíduos no solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de degradação dos resíduos de curtume e carbonífero no solo e as modificações nos atributos químicos do solo pela aplicação dos mesmos.

## Material e Métodos

Primeiramente, realizou-se um estudo em condições controladas, no laboratório de análises de solos da UFRGS, para avaliar a taxa de decomposição dos resíduos no solo. O experimento foi conduzido em frascos respirométricos em um ARGISSOLO Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006), coletado em campo nativo. Os atributos físico-químicos do solo (Tabela 1) foram determinados conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995), utilizando-se amostras secas (a 45°C) trituradas em cadinho de porcelana (<2,0 mm). O resíduo carbonífero foi obtido da COPELMI (empresa mineradora de carvão), localizada no município de Butiá (RS). O lodo de efluentes e a serragem cromada de curtume foram obtidos na Unidade de Tratamento de Resíduos (UTRESA), de Estância Velha (RS). As características químicas dos resíduos são mostradas na Tabela 2. As determinações foram efetuadas conforme a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Foram usadas 200 g de solo (base seca) para cada unidade experimental. Os tratamentos utilizados foram: T1- Controle; T2- NPK mais calcário para atingir pH 6,0; T3- Lodo de curtume (LC) em quantidade adequada para atingir pH 6,0 mais PK; T4- Duas vezes a quantidade de lodo de curtume utilizada no tratamento 3 mais PK; T5- Resíduo carbonífero

(RC) na quantidade de 56 t ha<sup>-1</sup> mais NPK; T6- Resíduo carbonífero (RC) na quantidade de 56 t ha<sup>-1</sup> mais lodo de curtume na quantidade utilizada no tratamento 3 mais PK; T7- Serragem cromada (SC) na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup> mais NPK e calcário; T8- Serragem cromada (SC) na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup> mais PK e calcário; e T9- Cromo mineral (500 kg de Cr<sup>3+</sup> ha<sup>-1</sup>) mais lodo de curtume na quantidade utilizada no tratamento 3, mais PK.

A adubação mineral, foi feita pela aplicação de 160, 120 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (uréia), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo) e K<sub>2</sub>O (KCl), respectivamente, conforme a recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFSRS/SC, 2004). A calagem foi feita em dose adequada para atingir pH 6,0 (mistura de CaCO<sub>3</sub> + MgCO<sub>3</sub> (3:1)) com base nos teores de alumínio trocável e de matéria orgânica do solo, na quantidade de 6,3t ha<sup>-1</sup> de calcário (PRNT 100%). O cromo mineral (Cr<sub>min</sub>) foi adicionado na forma de sulfato de cromo (CrIII) na quantidade de 500 kg ha<sup>-1</sup> de Cr. O lodo de curtume foi adicionado em quantidade equivalente à dose de calcário para atingir pH 6,0. A serragem cromada, adicionada na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup> (com 2,2% de Cr – em peso seco a 75%) supriu 660 kg de Cr ha<sup>-1</sup>. O lodo de curtume (com 31,5% de valor de neutralização, expresso em peso seco a 65°C) foi aplicado na quantidade de 22,4 t ha<sup>-1</sup> (base seca), equivalente a 6,3 t ha<sup>-1</sup> de calcário (PRNT 100%). O resíduo carbonífero foi aplicado na quantidade de 56 t ha<sup>-1</sup>, visando à neutralização da alcalinidade do lodo de curtume.

Após a homogeneização, o solo com os tratamentos aplicados foi acondicionado em frascos respirométricos de vidro (1l) adicionando-se a seguir água destilada até atingir 80% da capacidade máxima de retenção de água do solo, sendo mantida a mesma umidade até o fim do experimento, pela avaliação da variação da massa. Foi colocado sobre a superfície do solo de cada frasco de incubação um suporte de ferro contendo um copo plástico (50 ml) contendo 20 mL de NaOH 0,5 mol l<sup>-1</sup>, mantidos hermeticamente fechados. Foram mantidos três frascos respirométricos sem solo, representando a prova em branco.

A determinação das quantidades de CO<sub>2</sub> liberado pela atividade microbiana, em função dos tratamentos, foi realizada durante 88 dias, num total de 15 avaliações. A cada avaliação, o

frasco foi aberto e adicionado 1,0 mL de BaCl<sub>2</sub> (25%) e 3 gotas de fenolftaleína (5%) no copo plástico de cada unidade experimental. Posteriormente, foi feita a titulação do excesso de NaOH com solução de 0,5 M HCl (STOTZKY, 1965). Ao final das titulações em cada período de avaliação, um novo copo plástico contendo 0,5 M NaOH foi colocado dentro dos frascos respirométricos. A liberação de CO<sub>2</sub> (mg de C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de solo) pela atividade microbiana do solo pela aplicação dos resíduos foi calculada pela fórmula: X.

O termo da equação são: B é o volume de HCl necessário para titular o excedente de NaOH da prova em branco; V é o volume de HCl necessário para titular o excedente de NaOH da amostra; M é a molaridade do HCl (0,5 M); E é o peso equivalente grama do carbono (valor = 6).

A quantidade de CO<sub>2</sub> liberado pela incorporação do substrato orgânico foi obtida pela diferença entre o CO<sub>2</sub> determinado no solo em que foi adicionado resíduo, menos o determinado em um tratamento com solo sem adição de resíduo (controle).

No octagésimo oitavo dia foi retirada uma amostra de solo de cada unidade experimental e determinada, na amostra úmida, o pH do solo e os teores de nitrogênio inorgânico (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

A análise dos dados foi feita pela análise da variância individual e conjunta dos dados, o teste de significância foi feito pelo teste F. Quando significativo, foi feita a comparação múltipla de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

As quantidades acumuladas de C-CO<sub>2</sub> evoluídos após 88 dias de incubação com diferentes tipos de resíduos são mostradas na Figura 1. A adição de resíduos no solo alterou a atividade microbiana. O aumento ou a redução da decomposição da matéria orgânica do solo depende da fração orgânica do resíduo (HERNANDEZ et al., 1988; ZIBILSKE, 1987). O efeito sobre o carbono nativo do solo é chamado de “efeito priming”, que trata da diminuição do C do solo logo após uma entrada de material orgânico na área (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Estudos indicam que, após 32 dias de incubação, entre 63 a 73% do carbono total evoluído no ensaio já tinha sido liberado, exceto no tratamento controle que foi de 33%, confirmando que as maiores taxas de respiração dos microorganismos do solo com adição de materiais orgânicos ocorrem nos primeiros dias (SEGATTO, 2001). Os resultados validam os estudos de curta duração, os quais fornecem informações úteis a respeito da decomposição de resíduos no solo.

Após o período inicial, as curvas de respirometria microbiana reduziram sua atividade, mas os valores determinados nos tratamentos com adubação mineral ou adição de resíduos orgânicos foram sempre superiores ao tratamento controle (Figura 1).

As quantidades de C-CO<sub>2</sub> liberadas aos 13, 32, 60 e 88 dias de incubação são dadas na Tabela 3. A menor quantidade de C-CO<sub>2</sub> foi determinada no tratamento controle, devido somente à mineralização da matéria orgânica do solo. A mineralização foi potencializada no tratamento com adubação mineral, pelo aumento do pH (Tabela 4) e suprimento de nutrientes.

A decomposição do lodo de curtume no solo pode ser avaliada pelo acréscimo de liberação de C-CO<sub>2</sub>, que aumentou com a quantidade adicionada (T3 e T4). No tratamento com a adição de 22,4 t ha<sup>-1</sup> de lodo de curtume (T3) foi determinada uma volatilização total de 1.292 mg de C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> após 88 dias de incubação (Tabela 3). Subtraindo-se deste valor a quantidade determinada no tratamento com adubação mineral (T2), calcula-se que a mineralização do lodo foi de 23,3% em 88 dias. Castilhos et al. (2002) determinaram uma mineralização de 72,9% para o lodo de curtume em 366 dias (média de três solos), em experimento conduzido em condições semelhantes. Mesmo com a introdução de micro-organismos decompositores adaptados (BASU; BHATTACHARYA e PAUL, 1997), esses valores podem ser superestimados devido à presença de condições favoráveis à decomposição em teste de laboratório, como suprimento de nitrogênio, temperatura e umidade adequadas, diferentemente do que ocorre a campo.

A liberação de C-CO<sub>2</sub> no tratamento com adição de serragem cromada (T8) foi inferior à determinada no tratamento com adubação mineral (T2) até o período de 55 dias do início da incubação. Após 88 dias de incubação, Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 7-15, 2013.

determinou-se uma decomposição de somente 0,83% do carbono adicionado. Castilhos (1998) determinou, entretanto, uma liberação de 15% do carbono adicionado pela serragem cromada num período de 366 dias, com adição de nitrogênio (média de três solos). A dificuldade de decomposição da serragem cromada pode ser justificada pelo processo de curtimento do couro que torna este material pouco suscetível ao ataque microbiano. A aplicação de nitrogênio com a serragem cromada (T7) favoreceu inicialmente a decomposição deste resíduo, possivelmente em função da degradação do carbono nativo do solo. Após o período de 38 dias, entretanto, a taxa de decomposição foi menor do que no tratamento sem nitrogênio (T8).

A adição de resíduo carbonífero não afetou a liberação de C-CO<sub>2</sub> (T5), que foi semelhante à determinada no tratamento com adubação mineral, embora tenha sido observado um decréscimo do pH no final do experimento (Tabela 4). A adição de lodo de curtume com resíduo carbonífero, entretanto, estimulou a liberação de C-CO<sub>2</sub>, que foi significativamente maior do que a determinada no tratamento com adição de somente a mesma quantidade de lodo (Figura 1).

A adição de 500 kg ha<sup>-1</sup> de Cr(III) na forma mineral (T9) reduziu a decomposição do lodo de curtume em 29% no período de 88 dias (Figura 1). Entretanto, a mesma quantidade total de cromo foi adicionada no tratamento com a aplicação de duas vezes a dose recomendada de lodo (T4), obtendo-se neste tratamento a maior liberação de C-CO<sub>2</sub> do experimento. Possivelmente a maior concentração de cromo afetou a atividade microbiana no tratamento com adição de cromo mineral. Yeates; Orchard e Speir (1994) também observaram redução da atividade microbiana com a adição de quantidades maiores que 400 mg kg<sup>-1</sup> de Cr(III) no solo.

A determinação do teor de nitrogênio mineral (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) foi feita ao final do experimento (Tabela 4). A mineralização é o processo de transformação do nitrogênio orgânico para formas inorgânicas como o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, por organismos heterotróficos do solo. A taxa de mineralização varia em função da relação C/N, pH, temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes. A imobilização é a transformação do nitrogênio inorgânico para formas orgânicas. A mineralização e a imobilização do nitrogênio

ocorrem simultaneamente no solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

No final do período experimental, os maiores teores de nitrogênio mineral foram determinados nos tratamentos com adubação nitrogenada (T2, T5 e T7) (Tabela 4). Embora os resíduos de curtume tenham apresentado relações C/N de 6,3 e 2,7 para o lodo e a serragem cromada, respectivamente, as quantidades de nitrogênio mineral determinadas no final do experimento foram menores, supostamente devido ao processo de curtimento do couro que torna esse material muito recalcitrante pela presença do cromo.

No tratamento com adição de lodo de curtume (T3) foi determinada a quantidade de 318 kg de N mineral ha<sup>-1</sup> aos 88 dias (proveniente do solo e da mineralização do resíduo), superior à adicionada pelo adubo mineral. Mesmo no tratamento com adição de serragem cromada (T8) a disponibilidade total de N (do solo e mineralizado) seria de 200 kg ha<sup>-1</sup> aos 88 dias, possivelmente devido ao efeito priming em função da adição de corretivos e fertilizantes e revolvimento do solo para incorporar os resíduos.

A adição de cromo mineral (T9) reduziu em 15% a liberação de nitrogênio (Tabela 4), pelo efeito negativo sobre a atividade microbiana, conforme foi constatado pela volatilização de C-CO<sub>2</sub>. As condições da incubação favoreceram a nitrificação tanto do nitrogênio adicionado pela uréia como do mineralizado dos resíduos. A fração média de 98,3% do nitrogênio mineral do solo foi determinada na forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (Tabela 4).

Os efeitos da adição de calcário e de lodo de curtume sobre a acidez do solo podem ser observados na Tabela 4. A aplicação de calcário (T2) aumentou o pH do solo de 4,5 para 6,3, conforme o esperado. A adição de lodo de curtume na quantidade recomendada (T3) elevou o pH do solo para 7,1. A aplicação de duas vezes tal quantidade mostrou um aumento excessivo do pH, o que deve ser evitado, podendo provocar deficiência de fósforo e de micronutrientes para as plantas. A elevação do pH do solo pela adição de resíduos orgânicos é frequentemente observada. Alguns autores (CASTILHOS et al. 2002; KRAY et al., 2008) atribuem este efeito à presença de compostos de Ca e de Mg no material e da presença de NaOH usada no processo de curtimento.

O pH do solo nos tratamentos com adição de resíduo carbonífero foi inferior ao determinado Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 7-15, 2013.

no tratamento com adubação mineral +calagem. Este decréscimo pode ser devido à oxidação da pirita contida no resíduo, à semelhança do que foi observado por Kray et al. (2008) em experimento de campo. A velocidade de oxidação da pirita durante a incubação foi maior do que a observada a campo por Kray et al. (2008), devido à menor granulometria do material e condições de aeração, temperatura e umidade mais favoráveis no experimento em laboratório.

## Conclusões

O lodo de curtume foi eficiente para aumentar o pH do solo e para suprir nitrogênio para o sistema. A adição de Cr(III) com lodo de curtume afetou a atividade microbiana do solo. O lodo de curtume pode ser utilizado para a neutralização da acidez do solo gerada pelo descarte de resíduo carbonífero contendo alto teor de enxofre reduzido (pirita).

A serragem cromada pode ser descartada no solo, necessitando, entretanto, calagem e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em quantidades adequadas para o desenvolvimento das culturas.

O resíduo carbonífero apresenta grande potencial de acidificação do solo e baixa taxa de decomposição.

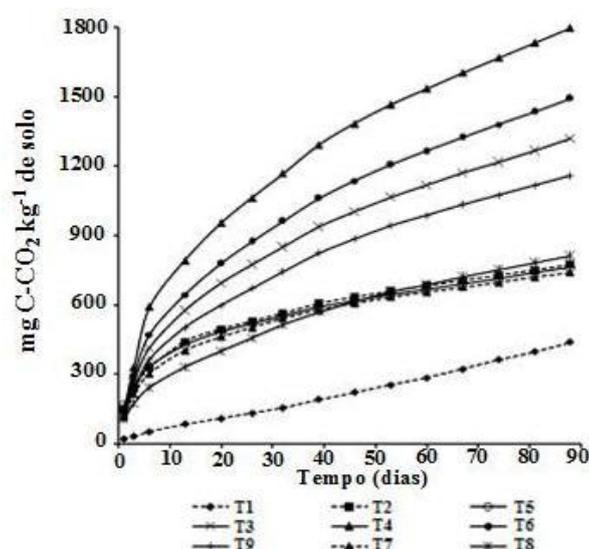
## Referências

BASU, M.; BHATTACHARYA, S.; PAUL, A.K. Isolation and characterization of chromium-resistant bacteria from tannery effluents. **Bulletin of Environmental Contamination Toxicology**, New York, v. 58, p. 535-542, 1997.

CASTILHOS, D. D. **Alterações químicas e biológicas devidas à adições de curtume e cromo hexavalente ao solo**. 1998. 160 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

\_\_\_\_\_.; TEDESCO, M. J.; VIDOR, C. Rendimentos de culturas e alterações químicas do solo tratado com resíduos de curtume e cromo hexavalente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 1083-1092, 2002.

- CAVALLET, L. E.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C. Concentração de cromo no sistema solo-planta-percolado em função da aplicação de resíduos de curtume em um argissolo de estância velha (RS). **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 8, p. 87-93, 2007.
- 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. 400 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FERREIRA, A. S. et al. 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**, Viçosa, v. 27, p. 1083-1092, 2003.
- FIGLIOLIA, A. et al. Potential chromium bio-availability by *Lactuca sativa* grown on two soils amended with tannery leather residues. **Fresenius Environmental Bulletin**, Freising, v. 1, p. 406-410, 1992.
- FISCH, J. Lodo cromado: projeto demonstra viabilidade de utilização em solo agrícola. **Setor Couro**, São Leopoldo, v. 8, p. 6-15, 1992.
- \_\_\_\_\_. Utilização de lodo de curtimento ao cromo em solo agrícola. **Revista do Couro**, Estância Velha, v. 20, p. 66-87, 1994.
- GIANELLO, C. et al. Viabilidade do uso de resíduos da agroindústria coureiro-calçadista no solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 242-245, 2011.
- HERNANDEZ, T. et al. Transformation of carbon and nitrogen in a calciorthid soil amended with a range of organic residues. **Plant and Soil**, Crawley, v. 105, p. 205-211, 1988.
- KRAY, C. H. et al. Tannery and coal mining residues disposal on soil. **Revista Brasileira de Pesq. Agrop. Gaúcha**, v. 19, ns.1/2, p. 7-15, 2013.
- Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2877-2882, 2008.
- MOREIRA, F. M. S. ; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
- SEGATTO, M. P. **Efeitos da aplicação de resíduos industriais no solo e nas plantas**. 2001. 151f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- SELBACH, P. A. et al. Descarte e biodegradação de lodos de curtume no solo. **Revista do Couro**, Estância Velha, v. 17, p. 51-62, 1991.
- STOMBERG, A. L.; HEMPHILL, D. D.; VOLK, V.V. Yield and elemental concentration of sweet corn grown on tannery waste-amended soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.13, p.162-166, 1984.
- STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C. A. (Ed). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 1551-1572.
- TEDESCO, M. J. 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).
- TEIXEIRA, J. A. O. S. **Descarte de resíduo de curtume no solo**. Porto Alegre, 1981. 81f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1981.
- YEATES, G. W.; ORCHARD, V. A.; SPEIR, T. W. Impact of pasture contamination by copper, chromium, arsenic timber preservative on soil biological activity. **Biology and Fertility Soils**, Berlin, v. 18, p. 200-208, 1994.
- ZIBILSKA, L. M. Dynamics of nitrogen and carbon in soil during peppermill sludge decomposition. **Soil Science**, Philadelphia, 143, n. 1, p. 26-33, 1987.



**Figura 1 - Liberação acumulada de carbono (C-CO<sub>2</sub>) durante 8 dias de incubação com a aplicação de diferentes resíduos: T1- Controle; T2- NPK mais calcário para atingir pH 6,0; T3- Lodo de curtume (LC) em quantidade adequada para atingir pH 6,0 mais PK; T4- Duas vezes a quantidade de LC utilizada no T3 mais PK; T5- Resíduo carbonífero (RC) na quantidade de 56 t ha<sup>-1</sup> mais NPK; T6- RC na quantidade de 56 t ha<sup>-1</sup> mais LC na quantidade utilizada no T3 mais PK; T7- Serragem cromada (SC) na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup> mais NPK e calcário; T8- SC na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup> mais PK e calcário; e T9- 500 kg ha<sup>-1</sup> de Cr(III) mais LC na quantidade utilizada no T3, mais PK.**

**Tabela 1 - Caracterização física e química do Argissolo Vermelho Arênico distrófico do local do experimento.**

Atributos*	Profundidade
	0 - 20 cm
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	250
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	25,0
Nitrogênio total (g kg <sup>-1</sup> )	1,12
C/N	13,1
pH em água	4,9
Índice SMP	5,9
P disponível (mg dm <sup>-3</sup> )	3
K disponível (mg dm <sup>-3</sup> )	153
Al trocável (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,0
Ca trocável (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	16,8
Mg trocável (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	12,5
CTC (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	53
H + Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	18,5
% de saturação da CTC:	
por Bases	63
por Al	11
S extraível (mg dm <sup>-3</sup> )	8,9
B extraível (mg dm <sup>-3</sup> )	0,5
Mn trocável (mg dm <sup>-3</sup> )	26

\*Determinações efetuadas conforme metodologia descrita por Tedesco et al., (1995).

**Tabela 2 - Características físico-químicas dos resíduos utilizados na aplicação e na reaplicação dos tratamentos.**

Características*	Lodo de curtume	Serragem cromada	Resíduo carbonífero
Teor de sólidos (g kg <sup>-1</sup> )	300	480	925
pH em água	7,7	3,3	7,0
Carbono orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	203,8	326,0	183,8
Nitrogênio total (g kg <sup>-1</sup> )	32,5	119,7	2,3
Fósforo total (g kg <sup>-1</sup> )	2,5	0,4	0,3
Potássio total (g kg <sup>-1</sup> )	0,12	0,12	0,06
Cálcio total (g kg <sup>-1</sup> )	22,0	18,0	19,0
Magnésio total (g kg <sup>-1</sup> )	3,50	0,19	0,68
Enxofre total (g kg <sup>-1</sup> )	15,0	15,9	85,0
Cobre total (mg kg <sup>-1</sup> )	34	3	25
Zinco total (mg kg <sup>-1</sup> )	176	2	126
Manganês total (mg kg <sup>-1</sup> )	128	<3	194
Sódio total (g kg <sup>-1</sup> )	8,1	4,3	ND
Cromo total (g kg <sup>-1</sup> )	22,2	24,0	0,3
Cádmio total (mg kg <sup>-1</sup> )	0,14	<0,01	12,85
Níquel total (mg kg <sup>-1</sup> )	14,50	3,15	19,20
Poder de neutralização (%)	31,5	ND	ND

\*Determinações realizadas no material seco a 75° C, à exceção do pH. ND = não determinado.

**Tabela 3 - Liberação acumulada de carbono (mg de C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de solo) após 88 dias de incubação com diferentes resíduos: T1- Controle; T2- NPK mais calcário para atingir pH 6,0; T3- Lodo de curtume (LC) em quantidade adequada para atingir pH 6,0 mais PK; T4- Duas vezes a quantidade de LC utilizada no T3 mais PK; T5- Resíduo carbonífero (RC) na quantidade de 56 t ha<sup>-1</sup> mais NPK; T6- RC na quantidade de 56 t ha<sup>-1</sup> mais LC na quantidade utilizada no T3 mais PK; T7- Serragem cromada (SC) na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup> mais NPK e calcário; T8- SC na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup> mais PK e calcário; e T9- 500 kg ha<sup>-1</sup> de Cr(III) mais LC na quantidade utilizada no T3, mais PK.**

Tratamento	13 dias	32 dias	60 dias	88 dias
T1	81 hD*	151 hC	281 hB	435 hA
T2	425 eD	548 eC	667 efB	759 fA
T3	551 cD	826 cC	1091 cB	1292 cA
T4	707 aD	1083 aC	1449 aB	1713 aA
T5	414 eD	538 efC	652 fgB	748 fA
T6	613 bD	932 bC	1234 bB	1462 bA
T7	388 fD	527 fC	639 gB	725 gA
T8	319 gD	504 gC	676 eB	801 eA
T9	480 dD	722 dC	965 dB	1137 dA

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula não diferem entre tratamentos e épocas, respectivamente, pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 4 - Teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  e pH em água do solo após 88 dias de incubação com diferentes resíduos: T1- Controle; T2- NPK mais calcário para atingir pH 6,0; T3- Lodo de curtume (LC) em quantidade adequada para atingir pH 6,0 mais PK; T4- Duas vezes a quantidade de LC utilizada no T3 mais PK; T5- Resíduo carbonífero (RC) na quantidade de  $56 \text{ t ha}^{-1}$  mais NPK; T6- RC na quantidade de  $56 \text{ t ha}^{-1}$  mais LC na quantidade utilizada no T3 mais PK; T7- Serragem cromada (SC) na quantidade de  $30 \text{ t ha}^{-1}$  mais NPK e calcário; T8- SC na quantidade de  $30 \text{ t ha}^{-1}$  mais PK e calcário; e T9-  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  de Cr(III) mais LC na quantidade utilizada no T3, mais PK.**

Tratamentos	$\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	pH
	----- mg $\text{kg}^{-1}$ -----			--- 1:1 ---
T1	66,9 h*	8,4 a	58,5 h	4,5 h
T2	271,8 a	0,8 c	271,0 a	6,3 e
T3	158,8 e	1,5 c	157,4 e	7,1 c
T4	211,0 c	2,1 bc	208,8 c	7,8 a
T5	254,8 b	6,2 ab	248,6 b	4,8 g
T6	177,7 d	1,2 c	176,4 d	7,5 b
T7	269,4 a	2,0 bc	267,4 a	6,0 f
T8	99,2 g	1,1 c	98,1 g	6,7 d
T9	142,5 f	3,9 abc	138,6 f	6,8 d

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

# Características agronômicas do trigo em função do tratamento de sementes e épocas de aplicação de nitrogênio<sup>1</sup>

André da Rosa Ulguim<sup>2</sup>, Dirceu Agostinetto<sup>3</sup>, Alfran Tellechea Martini<sup>4</sup>, Nixon da Rosa Westendorff<sup>2</sup>, Ana Cláudia Langaro<sup>4</sup>

**Resumo** – O trigo (*Triticum aestivum* L.) é a cultura de maior importância econômica entre os cereais de inverno. Realizaram-se dois experimentos para avaliar o efeito do tratamento de sementes com fungicidas no atraso da emergência da cultura e a influência de épocas de aplicação de N sobre variáveis morfofisiológicas e componentes de produtividade da cultura do trigo. O primeiro, em casa de vegetação e delineamento experimental inteiramente casualizado, testou os tratamentos de sementes triadimenol (25,11 g i.a. ha<sup>-1</sup>), carboxina + tiram (75 g i.a. ha<sup>-1</sup>), e testemunha sem tratamento. O segundo experimento foi realizado a campo, em parcelas subdivididas, cujo fator A, arranjado na parcela, testou os diferentes tratamentos de sementes e o fator B, na subparcela, constou de épocas de aplicação de nitrogênio (N): sem aplicação, 100% na base (B), 50% B + 50% no início do afilhamento (IA), 50% B + 50% com as primeiras espiguetas visíveis (PEV); 50% IA + 50% PEV. O tratamento de sementes com triadimenol reduziu o IVE e o número de aflhos planta<sup>-1</sup> de trigo em relação ao tratamento com carboxina + tiram, que reduziu o número de grãos espiga<sup>-1</sup>, sem influenciar a produtividade do trigo. O fracionamento da aplicação do N, sendo a segunda aplicação no estágio PEV, promoveu benefício sobre os componentes da produtividade do trigo.

**Palavras-chave:** Adubação nitrogenada. Triadimenol. Carboxina + tiram. *Triticum aestivum* L.

## Agronomic characteristics of wheat due to seed treatment and timing of nitrogen application

**Abstract** – Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the most economically important crop between winter cereals. Two experiments were conducted to evaluate the effect of seed treatment with fungicides to delay crop emergence and influence of nitrogen application time on morphological and physiological variables and yield components of wheat. The first, in the greenhouse and completely randomized design, tested two seed treatments, triadimenol (25.11 g ai ha<sup>-1</sup>) and carboxin + thiram (75 g ai ha<sup>-1</sup>), more the untreated control. The second experiment was carried out in the field, with split plot design, whose factor A, arranged in the plot, tested the different seed treatments and factor B, in the subplot consisted of application timing of nitrogen (N): no application, 100% in base (B), 50% B + 50% early tillering (IA), 50% B + 50% with the first spikelet visible (PEV), 50% AI + 50% PEV. The treatment of seeds with triadimenol reduced the IVE and the number of tillers per plant in relation to treatment with carboxin + thiram, while the latter reduced the number of grains spike<sup>-1</sup>, without influencing the productivity of wheat. Fractionation of N application with the second application in the PEV stadium promoted benefit on yield components in wheat.

**Key words:** Nitrogen application. Triadimenol. Carboxin + thiram. *Triticum aestivum* L.

<sup>1</sup> Manuscrito submetido em 17/03/2013 e aceito para publicação em 05/05/2014.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Doutorando PPG Fitossanidade – UFPel. Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Campus Universitário Capão do Leão, s/n – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 – Pelotas, RS. E-mail: andre\_ulguim@yahoo.com.br; nwestendorff@gmail.com. Telefone: (53) 3275.7590.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Dr. Prof. do Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Campus Universitário Capão do Leão, s/n – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 – Pelotas, RS. E-mail: dirceu.agostinetto@pq.cnpq.br. Telefone: (53) 3275.7590.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Mestrando PPG Fitossanidade – UFPel. Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Campus Universitário Capão do Leão, s/n – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 – Pelotas, RS. E-mail: namelia.langaro@gmail.com; alfrantm@gmail.com. Telefone: (53) 3275.7590.

## Introdução

Entre os cereais de inverno, o trigo (*Triticum aestivum* L.) é a cultura de maior importância econômica, sendo cultivado sob as mais variadas condições ambientais. Na safra 2011/2012, a área cultivada deste cereal no Brasil foi de 2.166,2 mil hectares, com produtividade média de 2.672 kg ha<sup>-1</sup> segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012). Essa produtividade decorre, especialmente, da utilização de cultivares com alto potencial produtivo, do uso apropriado de insumos e da adoção de tecnologias para o manejo.

Considerando o controle químico de pragas como parte dos componentes que asseguram a produtividade da cultura do trigo, os fungicidas vêm sendo utilizados tanto em aplicação foliar como em tratamento de sementes. O tratamento de sementes proporciona maior proteção contra os patógenos presentes no solo ou veiculados via própria semente, protege a plântula durante seu desenvolvimento e ainda podem favorecer a germinação e velocidade de emergência (BITTENCOURT et al., 2007).

A escolha do fungicida em tratamento de sementes deve ser criteriosa, pois algumas classes podem atuar como reguladores de crescimento, interferindo no desenvolvimento do mesocótilo ou entrenó subcoronal (CAVARINI et al., 1994), como no caso dos triazóis. Esses fungicidas atuam na inibição da biossíntese de esteróis em fungos, interferindo na funcionalidade das membranas (KÖLLER, 1987). O uso de triadimenol e tebuconazol em tratamento de sementes reduziu a velocidade de emergência de plântulas de trigo em relação às plantas não tratadas (CAVARINI et al., 1994).

O triadimenol foi o primeiro fungicida com capacidade de ser translocado pelas plantas a ser utilizado para o tratamento de sementes (MONTFORT; KLEPPER e SMILEY, 1996). Os efeitos tóxicos deste fungicida incluem atraso da emergência, redução da área superficial do coleótilo e folhas, retardo no crescimento, redução do comprimento de raízes e alteração no crescimento de afilhos (FROHBERGER, 1978). Isso pode provocar o estabelecimento mais lento da cultura e apresentar reflexos negativos na produção final da cultura.

Nos sistemas de produção de trigo, utiliza-se a aplicação de nitrogênio (N) para favorecer o crescimento das plantas e estabelecimento da cultura, sendo tal efeito dependente da época de aplicação do mesmo. A época de adubação

nitrogenada pode alterar o padrão de absorção do nutriente e a remobilização nas plantas de trigo (MELAJ et al., 2003). A época de aplicação de N pode ser estratégia adequada para melhorar sua disponibilidade nas épocas em que as plantas mais necessitam ou quando a sua absorção é mais eficaz (MELAJ et al., 2003).

O momento recomendado para a aplicação desse nutriente em cobertura na cultura do trigo é no intervalo entre o início do afilhamento, período no qual é importante na determinação do número de afilhos por planta, espigas por planta e de grãos por espiga (MEGDA et al., 2009), ao começo do alongamento do colmo (REUNIÃO..., 2013). A aplicação de N em cobertura com as plantas em estádios iniciais estimulou a produção de grãos por área, comparativamente às aplicações mais tardias (SANGOI et al., 2007). Assim, a adubação nitrogenada na base também é essencial, devendo ser realizada visando suprir a demanda de N nos estádios iniciais da cultura.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de épocas de aplicação de N sobre variáveis morfofisiológicas e componentes de produtividade da cultura do trigo em função do tratamento de sementes com fungicidas, e seu efeito no atraso da emergência da cultura.

## Material e Métodos

O estudo foi dividido em dois experimentos, durante os meses de junho a novembro de 2010, sendo o primeiro desenvolvido em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas. O segundo experimento foi realizado a campo no Centro Agropecuário da Palma, pertencente à mesma instituição.

O primeiro experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por vaso com capacidade volumétrica de 8 L, contendo solo Argissolo Vermelho-Amarelo. Os tratamentos constituíram-se dos fungicidas triadimenol (25,11 g i.a. ha<sup>-1</sup>), carboxina + tiram (75 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e testemunha, utilizados no tratamento de sementes da cultivar Fundacep Horizonte. O número de sementes por vaso foi ajustado para obterem-se dez plantas por unidade experimental de acordo com a porcentagem de germinação da semente. A profundidade de semeadura foi uniformizada a 3 cm e, sempre que necessário,

realizou-se irrigação diária para manter a umidade do solo.

A variável analisada foi o índice de velocidade de emergência (IVE), o qual foi calculado através do tempo de emergência, com base no critério agrônomo, que consistiu na contagem diária das plântulas emergidas até o décimo quinto dia após a semeadura (DAS). Considerou-se como plântula emergida aquela que apresentava parte aérea emersa superior a 1 cm. Para cálculo do IVE, utilizou-se a equação sugerida por Popinigis (1977):  $IVE = N1/D1 + N2/D2 + Nn/Dn$ . Onde: N1= número de plântulas emergidas no primeiro dia; Nn= número acumulado de plântulas emergidas; D1= primeiro dia de contagem; e Dn= número de dias contados após a semeadura. Os dados coletados foram analisados quando à sua homocedasticidade e normalidade e submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ). Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

O segundo experimento foi realizado a campo em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, em solo Argissolo Vermelho-Amarelo. O fator A, arranjado nas parcelas principais, foi constituído dos fungicidas para o tratamento de sementes, conforme descrito no experimento anterior; e o fator B, alocado nas subparcelas, foi composto de cinco épocas de aplicação de nitrogênio, sendo elas: testemunha (sem aplicação de N), 100% da dose aplicada na base (B) (no dia da semeadura); fracionada em 50% B + 50% no início do afilhamento (IA) (28 dias após a emergência - DAE); 50% B + 50% com as primeiras espiguetas visíveis (PEV) (60 dias após a emergência); e, 50% no IA + 50% com as PEV. Os estádios de IA e PEV são correspondentes aos estádios 2 e 10.1, respectivamente, da escala proposta por Zadoks; Chang e Konzak (1974).

A semeadura da cultivar Fundacep Horizonte, em sistema de semeadura direta, foi realizada em espaçamento entre linhas de 0,17 m, e população média de 200 plantas  $m^{-2}$ , sendo cada unidade experimental composta por área de 7,65  $m^2$ . A adubação na base foi feita a lanço conforme a análise de solo, utilizando-se 300  $kg ha^{-1}$  de N-P-K, da fórmula 5-20-20, conforme recomendado (COMISSÃO..., 2004). Na adubação de cobertura utilizaram-se 65  $kg ha^{-1}$  de nitrogênio, na forma de uréia, de acordo com o tratamento. O controle de plantas daninhas foi realizado pela aplicação de iodossulfurom, e o controle de insetos praga se deu com a utilização de lambda-Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 16-23, 2013.

cialotrina + tiametoxam. Para o controle de doenças, utilizou-se o fungicida tebuconazole no início da floração.

As variáveis morfofisiológicas avaliadas foram: número de plantas  $m^2$  (NP), aos 13 DAE; número de filhotes planta<sup>-1</sup> (NA), no estádio 2 (ZADOKS; CHANG e KONZAK, 1974) (28 DAE); índice de clorofila (IC), aos 41 DAE e 79 DAE (estádios 3 e 10.3, respectivamente, baseados na escala proposta por (ZADOKS; CHANG e KONZAK, 1974)); e, estatura das plantas (EP), no estádio 11 (ZADOKS; CHANG e KONZAK, 1974); (105 DAE).

A quantificação do NP e NA se deu pela média de duas contagens em um metro de linha de cultivo. Para o IC, efetuou-se a leitura indireta de clorofila, através do aparelho modelo Minolta SPAD-502, na última folha completamente desenvolvida de 10 plantas por unidade experimental. A determinação da EP foi realizada através de 10 avaliações por unidade experimental, onde se mensurou o comprimento da planta a partir do nível do solo até o ápice da folha bandeira, com o limbo foliar distendido.

Quanto aos componentes de produtividade, as variáveis avaliadas foram: número de espigas  $m^{-2}$  (NE); número de espiguetas por espiga (EE); número de grãos por espiga (GE); massa de mil grãos (MMG); e produtividade (P). O NE foi determinado pela contagem em uma área de 0,25  $m^2$  em cada unidade experimental, sendo o valor posteriormente convertido para  $m^2$ . O EE e GE foram determinados em 10 espigas coletadas aleatoriamente em cada unidade experimental.

A MMG foi determinada por meio da pesagem de cinco subamostras de cem grãos de cada parcela, com os valores ajustados a 13% de umidade. A P foi realizada aos 153 DAE, pela colheita manual de cada unidade experimental, em área de útil de 3,0  $m^2$ , sendo os grãos pesados e corrigidos a 13% de umidade e expressa em  $kg ha^{-1}$ .

Os dados obtidos foram analisados quando à sua homocedasticidade e normalidade e submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Em sendo significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

Os testes de normalidade e homocedasticidade evidenciaram não ser necessária a transformação dos dados, exceto para estatura de plantas em que os dados foram transformados por  $\sqrt{x+0,5}$ , para

atender a normalidade dos resíduos. Para o experimento de casa de vegetação, foi observada significância estatística para a variável IVE (Tabela 1). Para todas as variáveis do segundo experimento, realizado a campo, não houve interação entre os fatores estudados ( $p \leq 0,05$ ). Contudo, observou-se efeito principal do fator tratamento de sementes para as variáveis NA (Tabela 1), GE e P (Tabela 2), e para o fator épocas de adubação nitrogenada, para as variáveis NA, IC nas duas épocas de avaliação, EP (Tabela 3), GE, NE e P (Tabela 4).

O IVE foi maior quando se utilizou o tratamento de sementes com carboxina + tiram, comparado com o tratamento de sementes com triadimenol e a testemunha (Tabela 1). Este comportamento também foi observado para o número de plântulas emergidas, em que aos 13 dias após a emergência, o número de plantas de trigo emergidas no tratamento com triadimenol foi inferior à testemunha sem tratamento de sementes (MONTFORT; KLEPPER e SMILEY, 1996). Esse resultado pode ser explicado pelo fato do triadimenol atuar inibindo o desenvolvimento do mesocótilo ou entrenó subcoronal, apresentando características reguladoras de crescimento (CAVARINI et al., 1994).

Por outro lado, o triadimenol não afetou a germinação e velocidade de emergência de plântulas de trigo, não sendo verificados efeitos do tratamento (GARCIA JÚNIOR; VECHIATO e MENTEN, 2008). Já o tiram proporcionou maior velocidade de emergência de diferentes cultivares de trigo, semeadas em profundidade de 5 e 8 cm, verificando-se que nestas profundidades de semeadura houve redução dos efeitos deletérios do triadimenol (SILVA; CHARCHAR e VIVALDI, 1993). Assim, a maior profundidade de semeadura pode ser uma alternativa para o manejo do fungicida triadimenol.

No trabalho não foi verificada alteração no NP para os diferentes tratamentos de sementes utilizados (Tabela 1). Contudo, o triadimenol tem a capacidade de provocar redução do número de colmos, aos 25 dias após a semeadura, de trigo por área, sendo esta característica devido ao atrofiamento do mesocótilo (SILVA; CHARCHAR e VIVALDI, 1993). Essa redução no número de colmos não tem efeito sobre a produtividade do trigo, dada a grande capacidade de compensação da planta de trigo em número de grãos por espiga e peso de grãos (SILVA e GOMES, 1990).

O tratamento de sementes com carboxina + tiram resultou em menor quantidade de afilhos planta<sup>-1</sup>, quando comparado com as plantas sem tratamento, mas não apresentou diferença para o tratamento com triadimenol (Tabela 1). Foi observado efeito de triadimenol sobre a quantidade de afilhos por planta somente em altas doses do fungicida (acima de 100 g i.a. ha<sup>-1</sup>), cujo padrão de afilhamento foi alterado nas plantas de trigo tratadas, em que os primeiros afilhos foram abortados (MONTFORT; KLEPPER e SMILEY, 1996). Entretanto, foi verificada compensação da perda dos primeiros afilhos com alta produção de terceiros e quartos afilhos, não provocando prejuízo no número de espigas (MONTFORT; KLEPPER e SMILEY, 1996).

Não foi observada significância para EP pela utilização dos tratamentos de sementes (Tabela 1). Esse resultado pode ser atribuído ao fato desta variável ter sido verificada com as plantas completamente desenvolvidas, ou seja, com a folha bandeira já emitida. A estatura de plântulas de trigo aos sete e treze dias após a semeadura foi reduzida nas plantas que receberam altas doses de triadimenol (GARCIA JÚNIOR; VECHIATO e MENTEN, 2008; MONTFORT; KLEPPER e SMILEY, 1996).

Os triazóis (triticonazole, tebuconazole e triadimenol) reduziram a estatura de plântulas aos 14 DAS, evidenciando o efeito regulatório no crescimento deste grupo sobre o trigo em estágio inicial de desenvolvimento (GARCIA JÚNIOR; VECHIATO e MENTEN, 2008).

Com relação à variável GE, foi observado que o tratamento com triadimenol não diferiu da testemunha, sendo superior ao tratamento com carboxina + tiram (Tabela 2). A P não apresentou diferença entre os tratamentos de sementes utilizados (Tabela 2). Apesar de o triadimenol apresentar efeito deletério sobre o mesocótilo, o fungicida pode apresentar benefícios, pois induz o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, possivelmente, proporciona maior tolerância a períodos de déficits hídricos (CAVARINI et al., 1994). Entretanto, o acúmulo de potássio e N, tanto na parte aérea como na raiz de plântulas de diferentes cultivares de trigo, foi prejudicada quando da aplicação de triadimenol (KLEIN et al., 2012). Cabe salientar que não foi observada incidência de doenças durante o experimento que pudessem favorecer os tratamentos de sementes com fungicidas, assemelhando a produtividade desses à testemunha sem tratamento.

A época de aplicação de nitrogênio proporcionou maior NA quando este nutriente foi aplicado em sua totalidade na base ou nos tratamentos que receberam metade da dose nessa época (Tabela 3). De modo diferente ao observado no trabalho, o número de afilhos e massa seca da parte aérea de plantas de trigo em competição com azevém foram superiores quando o N foi disponibilizado no afilhamento ou fracionado nesse estágio e na diferenciação do primórdio floral (PAULA et al., 2011). Esta divergência pode decorrer do teor inicial de N no solo, uma vez que esse suprimento poderá não evidenciar o efeito da aplicação em estágio precoce da cultura. A aplicação de N no início do desenvolvimento é importante para aumentar o número de afilhos, pois a emissão dessas estruturas se dá entre a terceira e quarta folha expandidas, podendo ser afetada pela disponibilidade de N (MUNDSTOCK e BREDEMEIER, 2001). Desse modo, deve-se disponibilizar esse nutriente às plantas de trigo, preferencialmente entre a emergência e a emissão da sétima folha do colmo principal (BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2001).

Constatou-se que a época de aplicação de N influenciou o IC e EP da cultura do trigo (Tabela 3). Com relação ao IC, verificou-se diferença entre as épocas de adubação nitrogenada, onde os maiores valores para a variável se deram com o fracionamento da adubação (Tabela 3). Para a primeira avaliação (41 DAE), os tratamentos que receberam metade da dose no afilhamento (IA) apresentaram os maiores valores, já na segunda avaliação (79 DAE), os maiores valores obtidos foram com a utilização da adubação nitrogenada no estágio de espiguetas visíveis (PEV). Esses resultados podem ser explicados pelo fato do N ser nutriente móvel e ser prontamente utilizado pelas plantas. Assim, a avaliação do IC em período próximo à aplicação do nutriente aumenta o valor da variável, independente da dose aplicada.

Para a EP, os tratamentos cujo N foi aplicado no IA e PEV foram os que apresentaram os maiores valores (Tabela 3). Estes resultados evidenciam que o fracionamento da adubação nas épocas de maior demanda da planta por N resulta em melhor absorção e consumo do nutriente e conseqüentemente maior EP. Em trabalho realizado com diferentes épocas de aplicação de N verificou-se que a estatura de plantas de trigo foi influenciada pela época de aplicação do nutriente, em que as plantas que receberam adubação nos estádios iniciais, seja na totalidade

da dose ou parcelada, foram os que apresentaram maiores estaturas (SILVA et al., 2008).

Maior NE foi observado ao fracionar a aplicação de nitrogênio nas diferentes épocas quando relacionado a não aplicação de nitrogênio ou 100% do nitrogênio na base (Tabela 4). Essa variável é considerada o principal componente de produtividade do trigo (SANGOI et al., 2007).

O tratamento com a utilização de 50% B + 50% IA destacou-se com relação à produção de espigas, mas produziu poucos grãos por espiga, o que limitou a produtividade. Isto está relacionado com a disponibilidade de N no momento da formação e enchimento de grãos, que pode ter sido restrita quando deste fracionamento da aplicação do nutriente. A produtividade de grãos apresenta maior correlação com o número de espigas m<sup>-2</sup> do que com a massa de grãos, pois ela associa dois componentes do rendimento, o número de espigas por área e o número de grãos por espiga (DIDONET et al., 2000).

Nos tratamentos que receberam aplicação de N, a maior quantidade de GE foi observada naqueles que receberam a metade da dose em estágio de PEV (Tabela 4). Esse resultado demonstra que o nutriente é essencial para a formação do grão, devendo estar disponível durante o período de enchimento de grãos. Foi observado que a testemunha sem tratamento apresentou maior produção de GE, podendo essa característica ser devida ao fato do tratamento ter apresentado menor número de afilhos que os demais, havendo menor número de espigas para a formação de grãos.

Os tratamentos mais produtivos foram os que receberam o N parcelado, sendo uma aplicação no estágio de PEV (Tabela 4). Para obtenção de elevadas produtividades de grãos de aveia, o N deve ser aplicado fracionado, pois essa espécie possui alta demanda desse nutriente no período compreendido entre emergência e o final do afilhamento (MUNDSTOCK e BREDEMEIER, 2001). Contudo, estes autores não observaram favorecimento à produtividade pela aplicação de N próximo ao período reprodutivo.

Levando-se em consideração que o N é um nutriente móvel no solo, é necessário o parcelamento para que o mesmo esteja disponível também para o enchimento de grãos, reduzindo assim perdas do nutriente e favorecendo a maximização da absorção pelas plantas. Além disso, a adubação nitrogenada no afilhamento aumentou a taxa de N derivado da adubação, em toda a planta e também no grão, indicando que a totalidade desse nutriente na semeadura pode

favorecer as perdas (MELAJ et al., 2003). Portanto, a suplementação de N em cobertura pode disponibilizar esse nutriente no momento de grande consumo da planta, alterando a dinâmica do afilhamento e otimizando a produtividade de grãos.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos o trabalho, o tratamento de sementes com triadimenol reduz o IVE de trigo em relação ao tratamento com carboxina + tiram, enquanto que o último reduz o número de grãos espiga<sup>-1</sup>, sem, no entanto, influenciar a produtividade do trigo. O fracionamento da aplicação do N, sendo a segunda aplicação no estágio PEV, em geral, promove efeito benéfico sobre os componentes da produtividade do trigo.

## Referências

BITTENCOURT, S. R. M. et al. Eficiência do fungicida carboxin + thiram no tratamento de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 214-222, 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 317-323, 2001.

CAVARINI, C. et al. Avaliação dos efeitos de doses de triadimenol e de tebuconazole sobre o crescimento do mesocótilo em plântulas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p. 1035-1039, 1994.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - 2011/2012**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_07\\_05\\_08\\_41\\_20\\_boletim\\_graos\\_-\\_10julho\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_07_05_08_41_20_boletim_graos_-_10julho_2012.pdf)> . Acesso em: 10 de jul. 2012.

DIDONET, A. D. et al. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, v. 19, ns.1/2, p. 16-23, 2013.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

FROHBERGER, P. E. Baytan, a new systemic broad spectrum fungicide especially suitable for cereal seed treatment. **Bayer Pflanzenschutz-Nachrichten**, Leverkusen, v. 31, n. 1, p. 11-24, 1978.

GARCIA JÚNIOR, D.; VECHIATO, M. H.; MENTEN, J. O. M. Efeito de fungicidas no controle de *Fusarium graminearum*, germinação, emergência e altura de plântulas em sementes de trigo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 34, n. 3, p. 280-283, 2008.

KLEIN, J. et al. Qualidade nutricional de plântulas de cultivares de trigo submetidas à inoculação com *Azospirillum*, bioestimulante e triadimenol. **Scientia Agraria Paranaensis**, Acrelandia, v.11, p.59-69, 2012.

KÖLLER, W. Plant growth regulator activities of stereochemical isomers of triadimenol. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 71, n. 3, p. 309-315, 1987.

MEGDA, M. M. et al. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p.1055-1060, 2009.

MELAJ, M. A. et al. Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, n. 6, p. 1525-1531, 2003.

MONTFORT, F.; KLEPPER, B. L.; SMILEY, R. W. Effects of two triazole seed treatments, triticonazole and triadimenol, on growth and development of wheat. **Pesticide Science**, Oxford, v. 46, n. 4, p. 315-322, 1996.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilhamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2001.

PAULA, J. M. et al. Competição de trigo com azevém em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 3, p. 557-563, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1977. 289 p.

semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 303-311, 1993.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 6., 2012, Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticale**: safra 2013. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2013. 220 p.

\_\_\_\_\_; GOMES, A. C. Equipamento e densidade de semeadura em trigo irrigado na região dos serrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 305-315, 1990.

SANGOI, L. et al. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época de adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

SILVA, S. A. da et al. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo em sistema plantio direto no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 2717-2722, 2008. Número Especial.

SILVA, D. B. da; CHARCHAR, M. J. D.; VIVALDI, L. J. Efeito do tratamento de sementes sobre a emergência de plântulas de trigo e de cevada em duas profundidades de

ZADOKS, I. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v.14, p. 415-21, 1974.

**Tabela 1 - Índice de velocidade de emergência (IVE), número de plantas m<sup>-2</sup> (NP), número de filhotes planta<sup>-1</sup> (NA), índice de clorofila (IC) (estádio 3 e 10.3<sup>1</sup>) e estatura de plantas (EP) de trigo (*Triticum aestivum* L.) em função do tratamento de sementes com fungicidas.**

Tratamento de Sementes	IVE <sup>2</sup>	NP <sup>3</sup>	NA <sup>3</sup>	IC (est. 3 <sup>1</sup> ) <sup>3</sup>	IC (est. 10.3 <sup>1</sup> ) <sup>3</sup>	EP (cm) <sup>3</sup>
Carboxina + tiram	4,2 a <sup>4</sup>	222,7 <sup>ns</sup>	1,4 b	36,7 <sup>ns</sup>	39,5 <sup>ns</sup>	84,9 <sup>ns</sup>
Triadimenol	1,6 b	211,3	1,6 ab	35,8	39,6	84,2
Sem tratamento	2,1 b	211,2	1,7 a	35,7	38,9	83,6
Média	2,6	215,1	1,6	35,8	39,3	84,2
C.V. (%)	38,6	19,2	28,4	3,5	3,8	2,1

<sup>1</sup> Escala fenológica proposta por Zadoks; Chang e Konzak (1974). <sup>2</sup>Experimento realizado em casa de vegetação; <sup>3</sup> Experimento realizado a campo; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Duncan (p<0,05); <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F (p<0,05).

**Tabela 2 - Número de espiguetas (EE) e de grãos espiga<sup>-1</sup> (GE), espigas m<sup>-2</sup> (NE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (P) de trigo (*Triticum aestivum* L.) em função do tratamento de sementes com fungicidas.**

Tratamento de Sementes	EE	GE	NE	MMG	P (kg ha <sup>-1</sup> )
Carboxina + tiram	18,1 <sup>ns</sup>	26,1 b <sup>1</sup>	470,9 <sup>ns</sup>	38,3 <sup>ns</sup>	3572 a
Triadimenol	18,3	28,6 a	490,0	37,5	3935 a
Sem tratamento	17,9	28,1 a	466,5	37,7	3579 a
Média	18,1	27,6	475,5	37,8	3701
C.V. (%)	4,6	8,5	12,8	7,1	6,6

<sup>1</sup> Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Duncan (p<0,05); <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F(p<0,05).

**Tabela 3 - Número de plantas m<sup>-2</sup> (NP), número de afilhos planta<sup>-1</sup> (NA), índice de clorofila (IC) aos 41 e 79 dias após a emergência (DAE) e estatura de plantas (EP) de trigo (*Triticum aestivum* L.) em função da época de aplicação de nitrogênio (N).**

Épocas de aplicação de N	NP	NA	IC (est. 3 <sup>1</sup> )	IC (est. 10.3 <sup>1</sup> )	EP (cm)
Sem aplicação	210,0 <sup>ns</sup>	1,4 bc <sup>3</sup>	34,9 b	36,4 d	78,6 b
100% B <sup>2</sup>	211,7	1,8 a	34,7 b	37,8 c	81,3 b
50% B + 50% IA	221,7	1,5 abc	37,1 a	39,4 b	86,5 a
50% B + 50% PEV	209,2	1,7 ab	34,9 b	40,9 a	85,8 a
50% IA + 50% PEV	222,7	1,3 c	37,2 a	42,1 a	88,8 a
Média	215,1	1,5	35,8	39,3	84,2
C.V. (%)	19,2	28,4	3,5	3,8	2,1

<sup>1</sup> Escala fenológica proposta por Zadoks; Chang e Konzak (1974). <sup>2</sup> Época de aplicação da adubação nitrogenada: B = base (dia da semeadura), IA = início do afilhamento (28 dias após a emergência), PEV = primeiras espiguetas visíveis (60 dias após a emergência); <sup>3</sup> Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Duncan (p<0,05); <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F (p<0,05).

**Tabela 4 - Número de espigas m<sup>-2</sup> (NE), espiguetas (EE) e grãos espiga<sup>-1</sup> (GE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (P) de trigo (*Triticum aestivum* L.) em função da época de aplicação de nitrogênio (N).**

Épocas de aplicação de N	NE	EE	GE	MMG	P (kg ha <sup>-1</sup> )
Sem aplicação	402 c	18,6 <sup>ns</sup>	29,9 a	37,2 <sup>ns</sup>	3443 b
100% B	455 bc	18,2	27,2 b	37,6	3549 b
50% B + 50% IA	532 a	17,5	25,0 c	38,1	3554 b
50% IA + 50% PEV	497 ab	18,0	27,7 ab	38,0	3935 a
Média	476	18,1	27,6	37,8	3701
C.V. (%)	12,8	4,6	8,5	7,1	6,6

<sup>1</sup> Época de aplicação da adubação nitrogenada: B = base (dia da semeadura), IA = início do afilhamento (28 dias após a emergência), PEV = primeiras espiguetas visíveis (60 dias após a emergência); <sup>2</sup> Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Duncan (p<0,05); <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F (p<0,05).

# Propriedades físicas do solo e rendimento de grãos de trigo em função de manejo do solo e uso de bioestimulantes<sup>1</sup>

Vilson Antonio Klein<sup>2</sup>, Luciano Leite Navarini<sup>3</sup>, Claudia Klein<sup>3</sup>, Lucas Oliveira da Costa<sup>4</sup>, Elias Abel Barbosa<sup>4</sup>, Vinícius Augusto Steffler<sup>4</sup>

**Resumo** - O sistema radicular das plantas necessita de condições físicas, químicas e biológicas favoráveis para o seu crescimento. Tecnologias têm sido propostas com intuito de minimizar condições adversas a esse crescimento, aumentando o rendimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de manejos de solo sobre as propriedades físicas do solo e da utilização de bioestimulantes sobre o rendimento de grãos de trigo. O experimento constou de três manejos de solo (plantio direto – PD, plantio direto escarificado – PDE, e solo arado – SA) e o uso de dois tipos de bioestimulantes aplicados via tratamento de sementes. De modo geral, os preparos de solo com escarificador e arado melhoraram as propriedades físicas do solo em relação ao solo não mobilizado sob plantio direto. O intervalo hídrico ótimo (IHO) para uma mesma densidade foi maior no PDE quando comparado aos manejos arado e PD. O rendimento de grãos de trigo não foi afetado pelo uso de bioestimulantes, mas na média produziu menos no PD do que no PDE e SA.

**Palavras-chave:** Escarificação. Plantio direto. Intervalo hídrico ótimo.

## Soil physic properties and wheat grain yield under soil management and bioestimulant use

**Abstract** - The plant root system need favorable physical, chemical and biological conditions to the growth. Technologies have been proposed in order to minimize adverse conditions to this growth, increasing plant yield. This study aimed at evaluating the effect of different soil managements and plant growth biostimulants use on wheat seed treatment. The experiment consisted of three soil management (no-tillage – NT, no-tillage chiseled – NTC, plowed – PL) and three seed treatments (Stimulate, Booster and control). The soil tillage with chisel and plow increased de physical soil properties and no tillage system. The least limiting water range (LLWR) for the same density was higher under NTC than NT and PL. The higher wheat grain yield was obtained under NTC and PL management, differing from NT. Biostimulants used via seed did not influence the grain yield.

**Key words:** No-tillage. Soil chisseled. Least limiting water range.

---

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 05/04/2013 e aceito para publicação em 23/05/2014.

<sup>2</sup> Doutor. Professor da Universidade de Passo Fundo. Campus Universitário, Bairro São José, Passo Fundo-RS, CEP 99010-970. E-mail: vaklein@upf.br

<sup>3</sup> Engenheiros Agrônomos, Doutorandos do PPGAgro/FAMV/UPF.

<sup>4</sup> Acadêmicos de Agronomia FAMV/UPF. Bolsistas Pibic.

Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 24-32, 2013.

## Introdução

A compactação do solo é considerada uma das maiores limitações ao rendimento das culturas no mundo, pois afeta o crescimento do sistema radicular, diminui a capacidade de infiltração de água, reduz a disponibilidade de nutrientes, resultando em uma pequena camada a ser explorada pelas raízes (FREITAS, 1994). Devido à grande dependência de outros fatores, principalmente a umidade do solo, no período do desenvolvimento radicular, o efeito da compactação no rendimento das culturas é difícil de ser avaliado.

A compactação reduz a umidade do solo e a porosidade de aeração, afetando o suprimento de oxigênio às raízes (BORGES et al., 1999), afeta a disponibilidade de nutrientes, como o fósforo, pela dificuldade proporcionada ao crescimento do sistema radicular, e potencializa a absorção de elementos em níveis tóxicos às plantas, como o manganês. Assim o monitoramento da compactação do solo é importante para o planejamento das práticas de cultivo, a fim de maximizar a rentabilidade agrícola (TORRES e SARAIVA, 1999).

É comum verificar maiores rendimentos em áreas conduzidas sob sistema plantio direto, quando comparadas a áreas sob preparo que receberam a mesma adubação mas que estão menos estruturadas fisicamente e apresentam menor quantidade de palha. Além dos efeitos da palha sobre a dinâmica da água no solo, ela beneficia sua estruturação, que por sua vez melhora a distribuição dos poros. Logo, são as propriedades físicas do solo que interferem de forma decisiva na absorção de água e nutrientes pelas raízes, pois as condições físicas do solo possuem relação direta com os processos físico-químicos ligados à absorção de nutrientes pelas plantas (DENARDIN et al., 2005).

Segundo Klein (2008), solos sob sistema plantio direto (SPD) tendem a ter maior densidade do que solos preparados, o que aumenta a retenção de água, porém, nem sempre está disponível às plantas. Klein et al. (2008), avaliando o volume de poros livres de água em Latossolo Vermelho sob plantio direto e cultivado com trigo, observaram que durante 957 horas do seu ciclo havia menos de  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  de poros livres de água, condição considerada inadequada, e que afetou o rendimento do trigo.

O intervalo hídrico ótimo (IHO) é a faixa de umidade do solo na qual as limitações ao desenvolvimento das plantas são mínimas, isto é,

há máxima disponibilidade de água às plantas, sem limitações de energia de retenção, sem excesso de resistência mecânica do solo à penetração, nem deficiência de aeração (KLEIN, 2014). Esse parâmetro tem sido proposto e utilizado pela comunidade científica como indicador de qualidade física do solo, pelo fato de ser sensível às variações no manejo e ser acessível e aplicável no campo (BEUTLER et al., 2009).

Em geral, as plantas respondem aos estresses ambientais. A sobrevivência, independentemente do estágio de crescimento, depende da velocidade com que são capazes de responder aos estímulos externos, ajustando o seu metabolismo a essas flutuações. Esses estímulos podem variar de uma pequena redução quase imperceptível no desenvolvimento até a morte da planta, e isso indica o quanto a planta é hábil em resistir e se aclimatar a condições estressantes (FREITAS e LAUXEN, 2003).

Bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas, consideradas reguladores vegetais, que podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (CASTRO e VIEIRA, 2001).

Os bioestimulantes são produtos relativamente novos no mercado e sua utilização vem aumentando anualmente, porém, há poucos trabalhos científicos que denotem a eficiência ou não da utilização destes produtos via tratamento de semente de culturas anual de grãos, fazendo-se necessário aprofundar os estudos sobre o produto em questão (FERREIRA, 2006; MACEDO et al., 2002).

A utilização de bioestimulantes que auxiliam no desenvolvimento radical das culturas age em rotas metabólicas secundárias, prevendo melhorar as respostas das culturas aos estímulos do meio (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Estudos realizados por Castro e Vieira (2001), sobre a aplicação de bioestimulantes em soja (*Glycine max* L.), e por Alleoni; Bosqueiro e Rossi (2000), na aplicação do mesmo produto em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), obtiveram maiores valores de crescimento radical, bem como acréscimos significativos na produção de grãos e de massa seca por planta. Em contrapartida, Ferreira et al. (2007), em aplicações de bioestimulantes em milho, via sementes, não encontraram diferenças significativa para produtividade, mas

encontraram diferença para massa seca de raízes e da parte aérea.

Quando as plantas são cultivadas em um ambiente favorável ao desenvolvimento, é difícil identificar os efeitos dos bioestimulantes. Porém, quando submetidas a condições de estresse, plantas cultivadas com esses produtos mostram um melhor desempenho, pois desenvolvem um melhor sistema de defesa devido ao incremento no nível dos antioxidantes (KARNOK, 2000; LONG, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de manejos de solo sobre suas propriedades físicas e utilização de bioestimulantes sobre a produtividade de trigo.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho Distrófico húmico em área sob sistema plantio direto consolidado e com rotação de culturas (inverno – aveia ou trigo, e verão – milho ou soja).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e oito repetições, sendo o plantio direto (PD), plantio direto escarificado (PDE), e solo arado (SA) as parcelas principais. As subparcelas foram constituídas dos tratamentos de semente com bioestimulantes: Stimulate<sup>®</sup> (4 mL kg<sup>-1</sup>), Booster<sup>®</sup> (1 mL kg<sup>-1</sup>) e a testemunha.

Para implantação dos tratamentos de solo, utilizou-se no PDE um escarificador modelo Jumbo-Matic, equipado com cinco hastes de formato parabólico com discos de corte, trabalhando a uma profundidade média de 25 cm. Para o manejo SA, utilizou-se um arado reversível marca Jan, com três discos de 28 polegadas, regulado para operar em uma profundidade de 20 cm. No manejo PD, não foi feito nenhum preparo do solo.

O trigo foi semeado utilizando-se uma semeadora marca Semeato, modelo SHM15/17 Rot, com sulcador de discos duplos. O espaçamento entre linhas de 0,17 m, densidade de 250 sementes viáveis por metro quadrado e profundidade média de semeadura de 3 cm.

Amostras de solo indeformadas foram coletadas até 20 cm de profundidade, em camadas de 5 cm, após transcorridos sete meses da implantação do experimento. Com amostras sem estrutura preservada, realizou-se o ensaio de Proctor normal, para obtenção da densidade do solo máxima.

As amostras indeformadas foram submetidas a distintas tensões, utilizando funis de placa porosa e câmaras de Richards e posteriormente determinada a resistência mecânica do solo à penetração utilizando penetrômetro eletrônico de bancada.

Os poros do solo foram classificados em macroporos, aqueles com diâmetro maior que 0,05 mm, ou seja, os poros vazios quando a amostra foi submetida a tensões inferiores a 6 kPa; microporos, aqueles com diâmetro entre 0,05 e 0,0002 mm, ou seja, poros esvaziados em tensões entre 6 e 1500 kPa. Os criptoporos, poros com diâmetro inferior a 0,0002 mm (KLEIN e LIBARDI, 2002), foram calculados a partir da equação proposta por Klein et al. (2010), que permite obter a umidade gravimétrica do solo (Ug) em função do teor de argila.

O intervalo hídrico ótimo (IHO) foi elaborado a partir da metodologia descrita por Klein (2014). Iniciando pela obtenção das equações de ajuste para os teores de água no solo na capacidade de campo (tensão de 6 kPa), ponto de murcha permanente (tensão 1500 kPa), resistência à penetração de 2 MPa e porosidade de aeração de 0,1 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

A partir das equações, obteve-se o IHO com os limites superiores e inferiores variando conforme a densidade do solo, também definiu-se a densidade crítica, que é o valor de densidade do solo em que o IHO é igual a zero.

Para estimar o rendimento, colheram-se as unidades experimentais com uma colhedora de parcelas e a massa de grãos corrigida para 13% de umidade.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo Teste T e as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste Tukey a 0,05 de significância, utilizando software ASSISTAT.

### Resultados e discussão

Os resultados de densidade do solo apresentaram diferença significativa para manejo de solo e para profundidade (Tabela 1).

A média de densidade nas profundidades do manejo PDE não diferiu significativamente do PD. Embora o escarificador promova uma mobilização do solo e aumento da porosidade total (KLEIN et al., 1995), com o passar do tempo ocorre novamente uma acomodação natural devido à ausência de revolvimento, como também pela compactação ocasionada pelo

tráfego de máquinas (DE MARIA; CASTRO e SOUZA DIAS, 1999).

A diferença na densidade de solo entre os manejos PDE e SA, que apresentou maior densidade de solo, pode ser atribuída ao fato de que o manejo AS, em função da desestruturação causada ao solo, facilita a compactação pós-mobilização. Por outro lado, Klein e Camara (2007), em experimento no mesmo tipo de solo, encontraram diferença significativa em densidade de solo entre PD e PDE seis meses após a escarificação. A precipitação pluvial, acima da média histórica, ocorrida durante o período do experimento, pode explicar a inexistência de diferença estatística entre as densidades de solo nos distintos manejos, pois a chuva acelera o processo de acomodação das partículas do solo, fato que ocorreu com o manejo arado por ter sido revolvido. Salientando que as amostras foram coletadas sete meses após a mobilização do solo.

Estudando os efeitos da intervenção mecânica na redução da compactação, Tavares Filho et al. (2006) observaram o efeito positivo da descompactação somente no primeiro ano, bem como Vieira e Klein (2007), que após dois anos de escarificação em Latossolo Vermelho, não observaram diferenças na densidade do solo, porém, a taxa de infiltração de água ainda era maior no plantio direto escarificado.

A densidade relativa (DR), como um indicador da qualidade física do solo, apresentou diferença para os manejos e profundidades (Tabela 2). Na camada superficial, para todos os manejos, a DR foi menor e, na média dos manejos, o PDE apresentou DR menor inferior ao SA e igual ao PD. Segundo Marcolin (2009), valores de DR acima de 0,9 afetam o desenvolvimento das plantas.

O volume de macroporos apresentou diferença estatística entre os manejos, tendo o PDE apresentado o maior volume, superior ao SA e igual ao PD. Um ponto importante a ser destacado é a grande variação (Tabela 3) dos valores do CV: 36,5% para os manejos e 26,7% para profundidade, que indica alta variabilidade espacial, podendo interferir no desenvolvimento radical das plantas e no fluxo da água desses solos.

Deve-se ressaltar que o fluxo de gases e o movimento de água no solo estão intimamente relacionados ao volume de macroporos. Sua efetividade, nesses casos, depende mais da qualidade (continuidade, abertura na superfície) desses poros do que somente a quantidade (SILVA et al., 2005).

Os microporos responsáveis pelo armazenamento de água no solo e pela disponibilização dessa água às plantas (Tabela 3) não diferiram estatisticamente quanto aos manejos, somente em profundidade, apresentando maior volume de microporos na profundidade de 15 – 20 cm e menor na superfície. O volume de  $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  de microporos representa que nesse solo, independente do manejo, haverá uma lâmina de 1,5 mm por cm de profundidade de água disponível para as plantas.

Os criptoporos (Tabela 3) são os poros onde a água fica retida com tal energia (forças capilares e de adsorção) que não fica disponível às plantas. Logo, quanto maior o volume de criptoporos, maior será a quantidade de água retida no solo (água não disponível às plantas). Quanto aos manejos, o SA diferiu do PDE, no qual se encontrou o menor número de criptoporos. Em profundidade, o volume de criptoporos aumentou em todos os manejos. Esse comportamento pode ser justificado pelo aumento da densidade do solo, pois quanto maior a densidade do solo, maior a massa de sólidos (microagregados) por volume, e é nesses microagregados que se encontram os criptoporos, que são poros intra-agregados.

A densidade do solo, nos distintos manejos, no qual o IHO foi igual a zero, foi 1,43; 1,42 e  $1,40 \text{ g cm}^{-3}$  e uma densidade relativa de 0,94, 0,94 e 0,93 para o PD, PDE e SA, respectivamente (Tabela 4). De acordo com Marcolin (2009), com valores de DR entre 0,90 e 0,95, considera-se o solo compactado, onde ocorrem restrições com deformações na morfologia das raízes em grau médio. Assim, os resultados obtidos mostram que, nessa condição de DR, as raízes não terão água disponível, pois o IHO será igual a zero, denotando um solo muito compactado com necessidade de intervenção mecânica (mobilização do solo).

Considerando como densidade crítica do solo em que o IHO é igual a zero, têm-se valores não muito distintos entre os manejos, pois, de acordo com Klein e Camara (2007), esse limite é inerente ao solo, independentemente do manejo adotado, concordando com a densidade crítica encontrada por Blainski et al. (2009) que foi de  $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ .

No PDE, o limite inferior até a densidade de  $0,94 \text{ g cm}^{-3}$  foi o ponto de murcha permanente (PMP); após essa densidade, a RP assume o limite inferior do IHO. No manejo SA, o cruzamento da RP com o PMP ocorre na

densidade de 1,02 g cm<sup>-3</sup>. Essas observações demonstram a importância de conhecer a RP do solo, pois bem antes do solo atingir a umidade considerada como PMP a planta já sofre restrições devido ao impedimento mecânico do solo.

Como limite superior do IHO, a capacidade de campo (CC) no PD foi até a densidade de 1,36 g cm<sup>-3</sup>; no PDE, 1,35 g cm<sup>-3</sup>; no SA, 1,34 g cm<sup>-3</sup>. A partir dessas densidades passou a ser o fator limitante a PA, em todos os manejos, semelhante aos valores obtidos por Klein e Camara (2007) em um Latossolo Vermelho, em que no PD com densidades a partir de 1,30 g cm<sup>-3</sup> e no PDE a partir de 1,26 g cm<sup>-3</sup> a PA passa a ser o limite superior do IHO.

Os valores de DR para todos os manejos, segundo Klein (2006) e Reinert et al. (2008), enquadram-se em solos não compactados (DR = 0,80 a 0,90), uma faixa de densidade relativa, considerada não restritiva ao crescimento das plantas. Porém, no limite superior dessa faixa começa a haver restrições de aeração às raízes das plantas.

Observando o rendimento de grãos (Tabela 5), houve interação entre os tratamentos adotados. Os menores rendimentos foram obtidos com a utilização do Booster<sup>®</sup> no PD, 2233 kg ha<sup>-1</sup>. Na média dos tratamentos, a utilização de bioestimulantes no tratamento de semente não diferiu estatisticamente quando comparadas as médias entre si, corroborando o observado por Cato (2006) e Ferreira et al. (2007) quanto ao rendimento médio de grãos de trigo e soja, quando utilizados bioestimulantes e fertilizantes via tratamento de sementes, respectivamente.

Os resultados obtidos em nosso estudo contrariam o observado por Oliveira (2007), o qual verificou aumento no rendimento de grãos de soja tratada com bioestimulante via semente, embora tenham sido utilizados produtos de outras marcas.

A discordância dos resultados obtidos por Karnok (2000) e Long (2006) podem ser atribuídos ao fato das plantas cultivadas em ambiente favorável ao seu desenvolvimento não necessitarem de aplicação de reguladores de crescimento e, quando utilizados, ser difícil identificar os efeitos. Assim sendo, é necessário submeter a cultura a algum tipo de estresse, condição em que poderia ser evidenciada no PD, condição de solo mais compactado, o estímulo ao maior crescimento do sistema radicular.

Considerando a média dos manejos de solo, entre o maior e o menor rendimento, a diferença Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 24-32, 2013.

é de 435 kg ha<sup>-1</sup>, que ocasionou diferença estatística entre os manejos PD de SA e PDE. Embora não tenha ocorrido diferença na densidade do solo e densidade relativa, a resistência à penetração no PDE foi a menor, diferindo do arado que também diferiu do PD, possibilitando atribuir essa expressiva diferença de rendimento à facilidade encontrada pelo sistema radicular em explorar o solo e conseqüentemente ter acesso a maior quantidade de nutrientes e água (solução do solo).

De acordo com Carvalho Filho et al. (2007), o solo deve ser preparado com o mínimo de mobilização, não implicando na diminuição da profundidade de operação, mas sim redução no número de operações, deixando rugosa a superfície do solo e mantendo o máximo de resíduos culturais sobre a superfície, trazendo benefícios para sustentabilidade ambiental e também para economia. Corroborando o descrito pelos autores, o melhor desempenho da cultura em rendimento de grãos foi obtido no manejo de solo que teve a maior profundidade de operação e deixou maior quantidade de resíduos vegetais sobre o solo, como a escarificação.

## Conclusões

A mobilização sob plantio direto (escarificação e aração) proporcionou melhores condições físicas do solo.

A mobilização do solo com escarificador e arado aumentou a produtividade de trigo.

O uso de bioestimulantes não aumentou o rendimento de grãos de trigo.

## Referências

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate<sup>®</sup> no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, n. 6, p. 23-35, 2000.

BEUTLER, A. et al. Impacto do tráfego de máquinas na qualidade física do solo e produtividade de milho em Argissolo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, n. 2. p. 359-364, 2009.

BLAINSKI, E. et al. Intervalo hídrico ótimo num Nitossolo Vermelho distroférico irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 273-281, 2009.

- BORGES, E.N. et al. Alterações físicas introduzidas por diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho-escuro textura média. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 663-667, 1999.
- CARVALHO FILHO, A. et al. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 229-237, 2007.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.
- CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoim, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.703-709, 1999.
- DENARDIN, J. E. et al. **Agricultura conservacionista: sistema plantio direto**. Manejo de enxurrada em sistema plantio direto. Porto Alegre: Fórum Estadual de solo e Água, 2005.
- FERREIRA, L. A. **Bioestimulante e fertilizantes associados ao tratamento de sementes de milho e soja**. 2006. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- \_\_\_\_\_. et al. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.
- FREITAS, L. B. de; LAUXEN, M. da S. Mecanismos de defesa contra o estresse em plantas. In: \_\_\_\_\_.; BERED, F. (Orgs.). **Genética & evolução vegetal**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p.149-161.
- FREITAS, P. L. de. Aspectos físicos e biológicos do solo. In: LANDERS, J.N. (Ed.). **Experiências** Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 24-32, 2013.
- de plantio direto no cerrado**. Goiânia: APDC, 1994. p. 199-213.
- KARNOK, K. J. Promises, promises: can biostimulants deliver? **Golf Course Management**, Newton, v. 68, p. 67-71, 2000.
- KLEIN, V. A. Densidade relativa – um indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Santa Catarina, v. 5, p. 26-32, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Física do solo**. 3. ed. Passo Fundo: EDIUPF, 2014. 263 p.
- KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 221-227, 2007.
- \_\_\_\_\_.; LIBARDI, P. L. Densidade de distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 857-867, 2002.
- \_\_\_\_\_. et al. Avaliação de escarificadores e reposta da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, p. 307-311, 1995.
- \_\_\_\_\_. et al. Porosidade de aeração de um Latossolo Vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 365-371, 2008.
- \_\_\_\_\_. et al. Textura do solo e estimativa do teor de água no solo no ponto de murcha permanente com psicrômetro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.7, p.1550-1556, 2010.
- LONG, E. **The importance of biostimulants in turfgrass management**. 2006. Disponível em: <<http://www.golfenviro.com/Article%20Archive/Biostimulants-Roots.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2009.
- MACEDO, F.B. et al. Fitorregulador, produção e conteúdos de clorofila nas folhas em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv IAPAR-pérola. **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 27, n. 1-2, 2002.

MARCOLIN, C. D. **Uso de pedotransferência entre atributos físicos de solos sob plantio direto**. 2009. 187 p. Tese (Doutorado). Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2009.

OLIVEIRA, E. F. de. **Resposta do milho ao awaken e da soja ao acaplas aplicados via sementes**. Cascavel: Coop. Central de Pesquisa Agrícola, 2007. (Rel. de Pesquisa, Coodetec).

REINERT, D. J. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1805-1816, 2008.

SILVA, M. A. S da et al. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 544-552, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAVARES FILHO, J. et al. Efeito da escarificação na condutividade hidráulica saturada de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 996-999, 2006.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58 p. (Circular Técnica, 23)

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1271-1280, 2007.

**Tabela 1 - Densidade do solo em função do manejo e profundidade.**

Manejo	Profundidade (cm)				Média
	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	
	$\text{g cm}^{-3}$				
PD	B 1,13a	AB 1,21ab	AB 1,23a	A 1,28a	1,21ab
PDE	C 1,00b	B 1,13b	A 1,24a	A 1,27a	1,16b
SA	B 1,14a	A 1,29a	A 1,27a	A 1,28a	1,25a
Média	C 1,09	B 1,21	AB 1,25	A 1,27	
CV (Profundidade)					6,89 %
CV (Manejo)					10,49 %

Médias antecedidas pela mesma letra na horizontal e sucedidas pela mesma letra na vertical não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

PD: plantio direto PDE: plantio direto escarificado SA: solo arado

**Tabela 2 - Densidade relativa do solo em função do manejo e profundidade.**

Manejo	Profundidade (cm)				Média
	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	
PD	B 0,74a	AB 0,79ab	AB 0,81a	A 0,84a	0,80 ab
PDE	C 0,66b	B 0,75b	A 0,82a	A 0,84a	0,77 b
SA	B 0,77a	A 0,86a	A 0,85a	A 0,86a	0,83 a
Média	C 0,72	B 0,80	AB 0,83	A 0,84	
CV (Profundidade):					6,88 %
CV (Manejo):					10,46 %

Médias antecedidas pela mesma letra na horizontal e sucedidas pela mesma letra na vertical não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

PD: plantio direto PDE: plantio direto escarificado SA: solo arado

**Tabela 3 - Volume de macroporos, microporos e criptoporos em função do manejo de solo e profundidade.**

Prof. cm	Manejo									Média
	PD			PDE			SA			
Macroporos ( $m^3 m^{-3}$ )										
0-5	B	0,21	a	A	0,31	a	B	0,23	a	0,25 a
5-10	AB	0,18	ab	A	0,23	b	B	0,14	b	0,18 b
10-15	A	0,16	ab	A	0,17	bc	A	0,13	b	0,15 bc
15-20	A	0,14	b	A	0,13	a	A	0,12	b	0,13 c
Média	AB	0,17		A	0,21		A	0,16		
CV (Manejo):	36,56%									
CV (Profundidade):	26,72%									
Microporos ( $m^3 m^{-3}$ )										
0-5	A	0,16	a	B	0,14	b	B	0,14	b	0,15b
5-10	A	0,16	a	A	0,15	a b	A	0,16	ab	0,16a b
10-15	A	0,14	a	A	0,16	ab	A	0,17	a	0,16 ab
15-20	A	0,16	a	A	0,16	a	A	0,17	a	0,17 a
Média	A	0,16		A	0,15		A	0,16		
CV (Manejo)	14,55 %									
CV (Profundidade)	11,50%									
Criptoporos ( $m^3 m^{-3}$ )										
0-5	A	0,18	b	B	0,16	c	A	0,18	b	0,17 b
5-10	AB	0,19	ab	B	0,18	b	A	0,20	a	0,19 b
10-15	A	0,20	a	A	0,20	a	A	0,21	a	0,20 a
15-20	A	0,21	a	A	0,21	a	A	0,21	a	0,21 a
Média	AB	0,19		B	0,19		A	0,20		
CV (Manejo):	10,45%									
CV (Profundidade):	6,86%									

Médias antecedidas pela mesma letra na horizontal e sucedidas pela mesma letra na vertical não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

PD: plantio direto PDE: plantio direto escarificado SA: solo arado

**Tabela 4 - Densidade do solo (Ds) e densidade relativa (DR) na qual o IHO=0 e na qual a porosidade de aeração (PA) e resistência à penetração se tornam limitantes.**

	PD	PDE	SA
Ds ( $g cm^{-3}$ ) IHO =0	1,43	1,42	1,40
DR IHO = 0	0,94	0,94	0,93
DS ( $g cm^{-3}$ ) PA se torna restritivo	1,36	1,34	1,33
DR PA se torna restritivo	0,89	0,88	0,89
DS ( $g cm^{-3}$ ) RP se torna restritivo	0,80	0,94	1,02
DR RP se torna restritivo	0,53	0,62	0,68

**Tabela 5 - Rendimento de grãos de trigo em função do manejo de solo e tratamento de semente.**

Manejo	Tratamento de semente									Média
	Testemunha			Booster <sup>®</sup>			Stimulate <sup>®</sup>			
kg ha <sup>-1</sup>										
PD	A	2648	a	B	2233	b	BA	2496	a	2459 b
PDE	A	2765	a	A	3107	a	A	2809	a	2894 a
SA	A	2963	a	A	2728	a	A	2630	a	2774 a
Média	A	2792		A	2689		A	2645		
CV (Manejo)					14,30 %					
CV (Tratamento de semente)					10,63 %					

Médias antecedidas pela mesma letra na horizontal e sucedidas pela mesma letra na vertical não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

# Promoção de crescimento de híbridos de milho inoculados com rizóbios e bactérias diazotróficas associativas<sup>1</sup>

Leandro Hahn<sup>2</sup>; Enilson Luiz Saccol de Sá<sup>3</sup>; William Rosa da Silva<sup>4</sup>; Rafael Goulart Machado<sup>5</sup>;

Raquel Garibaldi Damasceno<sup>6</sup>

**Resumo** – Apesar dos resultados positivos na promoção de crescimento de plantas de milho com a inoculação de bactérias diazotróficas, tem sido mostrado que existem variações nas interações entre híbridos de milho e bactérias diazotróficas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação de rizóbios, simbioses em leguminosas, e bactérias diazotróficas associativas na promoção de crescimento de híbridos de milho. Plantas de milho de cinco híbridos cultivadas em vasos foram inoculadas com os rizóbios UFRGS Vp16 e SEMIA 222 e a combinação de três bactérias diazotróficas associativas do gênero *Azospirillum* (UFRGS Lg1-R, UFRGS EI-S e UFRGS M-S). A inoculação das bactérias mostrou haver respostas na promoção de crescimento dependentes dos híbridos de milho. A inoculação do rizóbio UFRGS Vp16 aumentou o crescimento dos híbridos de milho 30F53, NB 7205, 30R50 e Fórmula, porém não teve efeito de promoção de crescimento sobre o híbrido de milho AS 1572. A inoculação combinada de três isolados de *Azospirillum* aumentou o crescimento dos híbridos de milho 30F53, NB 7205 e AS 1572, porém nos híbridos 30R50 e Fórmula não teve efeito de promoção de crescimento.

**Palavras-chave:** *Zea mays*. Fixação biológica de N. 16S DNAr. *Azospirillum*. *Burkholderia*.

## Growth promotion of maize hybrids inoculated with rhizobia and diazotrophic associative bacteria

**Abstract** – Despite positive results in growth promotion of maize with inoculation of diazotrophic bacteria, it has been shown that there are variations in the interactions between hybrids and these bacteria. The aim of this study was to evaluate the efficiency of rhizobia symbioses of legume and diazotrophic bacteria inoculation on growth promotion of maize hybrids. Maize plants grown in pots of five maize hybrids were inoculated with the rhizobia UFRGS VP16 and SEMIA 222 and a combination of three diazotrophic bacteria of the genus *Azospirillum* (UFRGS Lg1-R, UFRGS EI-S and UFRGS MS). The bacteria inoculation showed growth promoting response dependent on maize hybrids. Inoculation of rhizobia UFRGS Vp16 increased growth of maize hybrid 30F53, NB 7205, 30R50 and Formula, but not has growth promotion effect on the hybrid maize AS 1572. Inoculation combination of three isolates of *Azospirillum* increased growth of maize hybrid 30F53, NB 7205 and AS 1572, but not has growth promoting effect on the hybrids 30R50.

**Key words:** *Zea mays*. Biologic N fixation. 16S DNAr. *Azospirillum*. *Burkholderia*.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 09/04/2013 e aprovado para publicação em 15/04/2014.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, EPAGRI/Estação Experimental de Caçador, e Professor FAI Faculdade de Itapiranga, C.P. 591, CEP 89500-000 Caçador-SC. E-mail: [leandrohahn@epagri.sc.gov.br](mailto:leandrohahn@epagri.sc.gov.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Associado do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre-RS, E-mail: [enilson.sa@ufrgs.br](mailto:enilson.sa@ufrgs.br)

<sup>4</sup> Estudante Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre-RS.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, estudante PPG em Ciência do Solo, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre-RS.

<sup>6</sup> Bióloga, estudante PPG em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, UFRGS, Rua Sarmento Leite, 500, Sala 52, CEP 90050-170, Porto Alegre-RS.

## Introdução

O cultivo do milho apresenta grande importância econômica para o Brasil, que é o terceiro maior produtor mundial, com cerca de 56 milhões de toneladas na safra 2010/2011 e mais de 13 milhões de hectares cultivados (IBGE, 2012). No entanto, o rendimento médio das lavouras brasileiras é ainda baixo, 4200 kg ha<sup>-1</sup>, o que revela a necessidade de melhorias consideráveis no sistema de produção deste cereal.

O aumento do fornecimento de nitrogênio (N) via fixação biológica (GARCÍA DE SALAMONE et al., 1996) ou o aumento de sua absorção pela planta (HUNGRIA et al., 2010) seriam formas pelas quais os micro-organismos promotores de crescimento poderiam contribuir para melhorar a produção de milho sem a necessidade de se utilizar maiores doses de N mineral. A promoção de crescimento por micro-organismos pode ser uma consequência da fixação biológica de N (MONTAÑEZ et al., 2009), da produção de fitoreguladores como auxinas, citocininas, giberelinas e inibição de etileno (ARSHAD e FRANKENBERGER, 1992), do antagonismo contra fitopatógenos pela produção de sideróforos (SCHER e BAKER, 1982), competição por nutrientes ou por indução de resistência sistêmica adquirida (PIETERSE et al., 2003), ou por aumentar a disponibilidade de minerais como fósforo (SESSITSCH et al., 2002).

Para o milho, é bem documentada a sua capacidade de estabelecer relações rizosféricas e/ou endofíticas com promoção do crescimento das plantas com vários gêneros bacterianos (CHELIUS e TRIPLETT, 2000; CABALLERO-MELLADO et al., 2004). No Brasil, o isolamento e seleção de estirpes de *A. brasilense* eficientes em promover o crescimento de milho por Hungria et al., (2010), permitiu o registro e comercialização do primeiro produto inoculante para esta cultura.

Além desses gêneros, tem havido grande interesse em estudar e utilizar rizóbios isolados de nódulos de leguminosas como promotores de crescimento em inúmeras gramíneas. Resultados positivos na promoção de crescimento com a inoculação de rizóbios já foram obtidos em arroz (OSÓRIO FILHO, 2009; YANNI e DAZZO, 2010; BHATTACHARJEE et al., 2012) e em milho, porém em menor número de trabalhos (GUTIERREZ-ZAMORA e ROMERO, 2001, BÉCQUER et al., 2011).

Apesar dos resultados positivos na promoção de crescimento de plantas de milho com a inoculação de bactérias, constatou-se que existem variações nas interações entre híbridos de milho e bactérias diazotróficas (GARCÍA de SALAMONE et al., 1996, MONTAÑEZ et al., 2009 e WALKER et al., 2011). Essas observações sugerem que a promoção de crescimento seja dependente da interação entre o genótipo da planta e dos micro-organismos envolvidos nessas associações para expressar ao máximo sua capacidade de promoção de crescimento.

Diante da grande variabilidade de respostas das plantas de milho à inoculação com bactérias promotoras de crescimento, torna-se necessária a identificação das melhores associações entre bactérias diazotróficas e genótipos de milho com vistas a se obter o maior incremento no crescimento das plantas e o maior aproveitamento dos nutrientes. Ainda é pouco estudada essa interação, especialmente a de rizóbios, eficientes na fixação simbiótica de N em leguminosas, com plantas não-leguminosas (MISHRA, 2006), e pouco se sabe sobre a resposta de híbridos de milho cultivados no Rio Grande do Sul à inoculação com bactérias promotoras de crescimento vegetal. O estudo dos efeitos das interações entre plantas e micro-organismos promotores de crescimento torna-se de fundamental importância para que se possa recomendar as melhores combinações entre bactérias selecionadas e híbridos de milho para cultivo comercial desse cereal. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação de rizóbios, simbiontes em leguminosas, e bactérias diazotróficas associativas na promoção de crescimento de híbridos de milho.

## Material e métodos

O estudo foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os rizóbios avaliados foram UFRGS Vp16, pertencente à Coleção de Culturas de Rizóbios da UFRGS, que foi isolado de nódulos de plantas de trevo branco (ALVES 2005) e a estirpe SEMIA 222, liberada para produção de inoculantes para trevo branco, obtida da Coleção de Culturas de Rizóbios da Fundação de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO). Avaliou-se também uma mistura de três isolados de *Azospirillum*, sendo UFRGS Lg1-R, obtido de raízes de plantas de milho

coletadas em Eldorado do Sul (RS), UFRGS El-S, obtido da rizosfera de plantas de milho coletadas em São Luiz Gonzaga (RS), e UFRGS M-S, obtido da rizosfera de plantas de milho coletadas em Marau (RS). Estes isolados foram selecionados pela produção de ácido indol acético (AIA) *in vitro* e pela alta eficiência na fixação biológica de N em milho cultivado no Rio Grande do Sul (RÖESCH, 2007).

Para a identificação dos isolados UFRGS Vp16, UFRGS Lg1-R, UFRGS El-S e UFRGS M-S, o DNA total das bactérias foi extraído usando o Wizard kit (Promega). A região de DNA do gene que codifica a porção 16S do ribossomo foi amplificada usando os primers universais F515 e R806 (BATES et al., 2011). As reações de PCR usando os primers universais foram realizadas em um volume de 20 µl contendo 1µl de DNA, 1x tampão PCR, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 200 µM de cada dNTP, 0,2 µM dos primers e 1U de Platinum Taq DNA polimerase (Invitrogen). Os ciclos empregados para amplificação foram: um ciclo inicial de desnaturação a 94°C por 2 minutos, 25 ciclos incluindo desnaturação por 45 segundos a 94°C, anelamento por 45 segundos a 55°C, e extensão por 1 minuto a 72°C, seguido por uma etapa final de extensão de 6 minutos a 72°C. Os fragmentos foram sequenciados usando equipamento ABI-PRISM 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems).

As sequências parciais da região 16S DNAr dos isolados foram pesquisadas no GenBank com o programa BLAST 2.0.

Os três tratamentos com bactérias foram avaliadas em cinco híbridos de milho comumente cultivados no estado do Rio Grande do Sul: híbrido AS 1572 (Agroeste Seeds), 30R50 e 30F53 (Pioneer Seeds) e NB 7205 e Fórmula (Syngenta Seeds). No experimento, foram usados vasos plásticos de 2 L contendo uma mistura 2:1 de vermiculita e areia, esterilizada em autoclave por 90 minutos a 120°C, e solução nutritiva estéril (SARRUGE, 1975). O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso com quatro repetições. Os cinco híbridos de milho e as inoculações dos três tratamentos com os isolados bacterianos foram combinadas com uma dose equivalente a 60 kg ha<sup>-1</sup> e uma dose equivalente a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Além desses tratamentos, foram conduzidos dois tratamentos controle, controle N/2 - controle não inoculado com plantas dos híbridos de milho que receberam dose de N equivalente a 60 kg ha<sup>-1</sup> e controle N - controle

não inoculado dose de N equivalente a 120 kg ha<sup>-1</sup>.

As sementes de milho foram desinfestadas por imersões sucessivas em álcool (70%) por um minuto, seguido de hipoclorito de sódio (2,5%) por um minuto, e sete lavagens consecutivas com água destilada esterilizada em autoclave a 120°C por 15 minutos. Na sequência, cinco sementes foram semeadas em cada vaso e cinco dias após, foi realizado o raleio, sendo mantidas duas plantas por vaso. O N foi adicionado semanalmente, por meio de alíquotas de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (2,87 g L<sup>-1</sup>). Aplicou-se 5,0 e 10,0 mL desta solução por vaso nos tratamentos que receberam, respectivamente, uma dose equivalente a 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para a produção do inóculo, os rizóbios (UFRGS Vp16 e SEMIA 222) foram inoculados, isoladamente, em meio levedura manitol líquido (LM) (Vincent 1970), e os isolados de *Azospirillum* foram inoculados em meio de cultura Dygs (RODRIGUES NETO et al., 1986). Os frascos foram colocados em incubador com agitação orbital de 120 rpm por seis dias a 28°C. A inoculação dos isolados nos vasos foi realizada seis dias após crescimento, com 5 mL de caldo de cultura contendo cerca de 10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. As plantas dos vasos que receberam os tratamentos com *Azospirillum* foram inoculadas com 5 mL do caldo de cada um dos três isolados e os tratamentos controle receberam 5 mL de meio de cultura esterilizado em autoclave.

Após 60 dias da semeadura, as plantas de milho foram cortadas, separando-se a parte da aérea do sistema radicular. Após secagem em estufa, em temperatura de até 65°C e peso constante, as amostras foram pesadas para quantificação da massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) e trituradas para determinação do teor de N na MSPA, de acordo com Tedesco et al., (1995) e N total na MSPA.

Os resultados foram submetidos à análise da variância pelo programa estatístico ASSYSTAT (SILVA et al., 2009) e as médias comparadas pelo teste Duncan (p<0,05).

## Resultados e discussão

Pelo sequenciamento genético da região de DNA do gene que codifica a porção 16S do ribossomo dos isolados utilizados neste estudo, o rizóbio UFRGS Vp16 foi identificado como pertencente à *Burkholderia* sp., com 100% de similaridade com o número de acesso

JN975051.1. Já as bactérias diazotróficas foram identificadas como pertencentes à *Azospirillum brasilense*, com 99% de similaridade do isolado UFRGS El-S com o número de acesso GU256438.1, 100% de similaridade do isolado UFRGS Lg1-R com o número de acesso FN813475.1 e 99% de similaridade do isolado UFRGS M-S com o número de acesso JF700491.1.

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), verificou-se que as doses de nitrogênio, híbridos (H), inoculantes (I) e a interação entre estes fatores influenciaram significativamente as variáveis MSPA, MSSR e N na MSPA, com exceção da variável N na MSPA, que não foi influenciado pelo fator N, interação N x I e pela interação tripla entre os fatores; e a MSPA que não foi influenciada pela interação H x I e pela interação tripla.

A inoculação das bactérias diazotróficas nas plantas mostrou haver respostas na promoção de crescimento dependentes dos híbridos de milho. A inoculação do rizóbio UFRGS Vp16 promoveu o crescimento das plantas de todos os híbridos, exceto o híbrido de milho AS 1572. Já a inoculação combinada dos três isolados de *Azospirillum* (UFRGS El-S, UFRGS Lg1-R e UFRGS M-S) não teve efeito na promoção de crescimento dos híbridos 30R50 e Fórmula (Tabela 2).

A inoculação do rizóbio UFRGS Vp16 no híbrido de milho AS1572 não apresentou aumento na MSPA, MSSR e N na MSPA. Por outro lado, a inoculação dos isolados de *Azospirillum* no híbrido 30R50 não teve nenhum efeito na MSPA, MSSR e N na MSPA.

Apesar das diferenças de crescimento entre os híbridos, foi nas plantas do híbrido 30F53 que se obtiveram as maiores respostas à inoculação do rizóbio UFRGS Vp16 e dos três isolados de *Azospirillum*, o que também pode ser visualizado na figura 1. No entanto, não foram observados estímulos em relação à produção de MSPA com a inoculação dos isolados de *Azospirillum* e do rizóbio UFRGS Vp16 nas plantas deste híbrido de milho que receberam N equivalente a 60 kg ha<sup>-1</sup>. Esse resultado, provavelmente, se deve ao baixo fornecimento de N às plantas. Porém, em comparação ao tratamento controle, a inoculação dos isolados de *Azospirillum* produziu aumentos de 16,2% na MSSR e de 56,7% no teor de N total na MSPA das plantas que receberam 60 kg ha<sup>-1</sup> de N. Já nas plantas que receberam 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, a inoculação com o rizóbio UFRGS Vp16 aumentou em 26,7% a MSSR e em 69,4% o teor

de N total na MSPA. Esses resultados comprovam a alta capacidade dos isolados de *Azospirillum* e do rizóbio UFRGS Vp16 em promover o crescimento de plantas de milho, a qual é bem documentada (FALLIK e OKON, 1996; HUNGRIA et al., 2010; JOE et al., 2012).

A bactéria UFRGS Vp16 foi isolada de nódulos de trevo branco (*Trifolium repens*) e mostrou capacidade de solubilizar fosfato tricálcico e fixação de N em trevo branco (ALVES, 2005). Essa bactéria pertence à espécie *Burkholderia* sp. pelo sequenciamento parcial do DNAr 16S com 100% de similaridade. Espécies de *Burkholderia* possuem grande capacidade de promoção de crescimento de plantas, como demonstrado para arroz (CHEN et al., 2005; GOVINDARAJAN et al., 2008), trigo (KENNEDY e ISLAM, 2001). Para a cultura do milho, há poucos trabalhos com inoculação de bactérias deste gênero (RIGGS et al., 2001; MIYAUCHI et al., 2008), apesar de ser frequentemente isolado da rizosfera ou de tecidos de plantas de milho (CABALLERO-MELLADO et al., 2004; ARRUDA et al., 2013).

Nas plantas dos híbridos 30R50 e Fórmula não se observou promoção de crescimento pela inoculação combinada dos isolados de *Azospirillum*, assim como no híbrido AS 1572 com a inoculação do rizóbio UFRGS Vp16. Observou-se ainda que a inoculação da estirpe SEMIA 222, não promoveu o crescimento das plantas dos híbridos de milho. Pode-se inferir que as variações em tais resultados são devidas às interações entre híbridos de milho e bactérias promotoras de crescimento, as quais são dependentes dos genótipos da planta e dos micro-organismos envolvidos. Em estudos com espécies de *Azospirillum* têm sido demonstrado o efeito do genótipo da planta na promoção de crescimento para trigo (*Triticum aestivum* L.) (CABALLERO-MELLADO et al., 1992), assim como milho (*Zea mays* L.) (GARCÍA de SALAMONE et al., 1996; MONTAÑEZ et al., 2009). Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo, Hebbbar et al., (1998) e Bevivino et al., (2000) não verificaram efeito de diferentes híbridos e cultivares de milho na promoção de crescimento com a inoculação de isolados de *Burkholderia cepacia*.

As respostas diferenciadas dos cinco híbridos de milho à inoculação dos rizóbios simbiotes de leguminosas, SEMIA 222 e UFRGS Vp16, e da inoculação combinada de três isolados de *Azospirillum* sugere que para haver um efeito estimulante nas plantas é necessário haver um

reconhecimento no nível bioquímico entre as duas partes, e a interação bactéria/planta deve ser capaz de estabelecer populações bacterianas significativas na superfície radicular ou endofiticamente (ROTHBALLER et al., 2003), o que leva a deduzir que os micro-organismos podem ter um efeito significativo sobre a fisiologia da planta hospedeira. Sendo isso verdadeiro, uma consequência é que bactérias promotoras de crescimento podem diferir na capacidade de colonização das raízes e/ou tecidos internos (PEDRAZA et al., 2010; BHATTACHARJEE et al., 2012).

### Conclusões

A inoculação do rizóbio UFRGS Vp16 aumentou o crescimento dos híbridos de milho 30F53, NB 7205, 30R50 e Fórmula, porém não teve efeito de promoção de crescimento sobre o híbrido de milho AS 1572.

A inoculação combinada de três isolados de *Azospirillum* (UFRGS EL-S, UFRGS LG1-R e UFRGS M-S) aumentou o crescimento dos híbridos de milho 30F53, NB 7205 e AS 1572, porém nos híbridos 30R50 e Fórmula não teve efeito de promoção de crescimento pela inoculação com estas bactérias.

### Referências

ALVES, J. B. **Seleção de rizóbios para trevo branco**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 68 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.

ARRUDA, L. et al. Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. **Applied Soil Ecology**, v. 63, p.15-22, 2013.

ARSHAD, M.; FRANKENBERGER JR., W. T. Microbial biosynthesis of ethylene and its influence on plant growth. **Advances in Microbial Ecology**, v. 12, p. 69-111, 1992.

BATES, S. T. et al. Examining the global distribution of dominant archaeal populations in soil. **The ISME Journal**, v. 5, p. 908-917, 2011.

BÉCQUER, C. J. et al. Selection of rhizobium strains, inoculated in corn (*Zea mays*, L.), in field

conditions in cattle ecosystems of Sancti Spiritus, Cuba. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 45, n. 4, 2011.

BEVIVINO, A. S. et al. Efficacy of *Burkholderia cepacia* MCI 7 in disease suppression and growth promotion of maize. **Biology and Fertility of Soils**, v. 31, p. 225-231, 2000.

BHATTACHARJEE, R. B. et al. Indole acetic acid and ACC deaminase-producing *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* SN10 promote rice growth, and in the process undergo colonization and chemotaxis. **Biology and Fertility of Soils**, v. 48, p. 173-182, 2012.

CABALLERO-MELLADO, J. et al. *Burkholderia unamae* sp. nov. and N<sub>2</sub> fixing rhizospheric and endophytic species. **International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology**, v. 54, p. 1165-1172, 2004.

CHELIUS, M. K.; TRIPLETT, E.W. Immunolocalization of dinitrogenase reductase produced by *Klebsiella pneumoniae* in association with *Zea mays* L. **Applied Environment Microbiology**, v. 66, p. 783-787, 2000.

CHEN, X. et al. Modulating DNA bending affects NodD-mediated transcriptional control in *Rhizobium leguminosarum*. **Nucleic Acids Research**, v. 33, p. 2540-2548, 2005.

FALLIK, E.; OKON, Y. The response of maize (*Zea mays*) to *Azospirillum* inoculation in various types of soils in the field. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 12, p. 511-515, 1996.

GARCÍA DE SALAMONE, I. E. et al. Biological nitrogen fixation in *Azospirillum* strain-maize genotype associations as evaluated by the <sup>15</sup>N isotope dilution technique. **Biology and Fertility of Soils**, v. 23, p. 249-256, 1996.

GOVINDARAJAN, M. et al. Effects of the inoculation of *Burkholderia vietnamensis* and related endophytic diazotrophic bacteria on grain yield of rice. **Microbial Ecology**, v. 55, p. 21-37, 2008.

GUTIERREZ-ZAMORA, M. L.; ROMERO, E. M. Natural endophytic association between

- Rhizobium etli* and maize (*Zea mays* L.). **Journal of Biotechnology**, v. 91, p. 117-126, 2001.
- HEBBAR, K. P. et al. Rhizobacteria of maize antagonistic to *Fusarium moniliforme*, a soil-borne fungal pathogen: colonization of rhizosphere and roots. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 24, p. 989-997, 1992.
- HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v. 331, n.1-2, p. 413-425, 2010.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 2012. v. 25, n. 2, 88 p.
- JOE, M. M. et al. Survival of *Azospirillum brasilense* flocculated cells in alginate and its inoculation effect on growth and yield of maize under water deficit conditions. **European Journal of Soil Biology**, v. 50, p. 198-206, 2012.
- KENNEDY, I. R.; ISLAM, N. The current and potential contribution of symbiotic nitrogen fixation to nitrogen requirements on farms: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41, p. 447-457, 2001.
- MISHRA, R. P. N. et al. Rhizobium-mediated induction of phenolics and plant growth promotion in Rice (*Oryza sativa* L.). **Current Microbiology**, v. 52, p. 383-389, 2006.
- MIYAUCHI, M. Y. H et al. Interactions between diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungus in maize genotypes. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 5, p. 525-531, 2008.
- MONTAÑEZ, A. et al. Biological nitrogen fixation in maize (*Zea mays* L.) by <sup>15</sup>N isotope dilution and identification of associated culturable diazotrophs. **Biology and Fertility of Soils**, v. 45, p. 253-263, 2009.
- OSÓRIO FILHO, B. **Rizóbios eficientes em Lotus em condições de estresse hídrico e promotores de crescimento em arroz irrigado**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 126 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PEDRAZA, R. O. et al. Growth promotion of strawberry plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 26, p. 265-272, 2010.
- PIETERSE, C. M. J. et al. Induced systemic resistance by plant growth-promoting rhizobacteria. **Symbiosis**, v. 35, p. 39-54, 2003. (Suppl. 1-3)
- RIGGS, P. J. et al. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, p. 829-836, 2001.
- RODRIGUES NETO, J.; MALAVOLTA JÚNIOR, V. A.; VICTOR, O. Meio simples para isolamento e cultivo de *Xanthomonas campestris* sp. *citri* tipo B. **Summa Phytopathologica**, v. 12, n.1-2, p.16, 1986.
- RÖESCH, L. F. W. et al. Screening of diazotrophic bacteria *Azospirillum* spp. for nitrogen fixation and auxin production in multiple field sites in southern Brazil. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 23, p.1377-1383, 2007.
- ROTHBALLER, M.; SCHMID, M.; HARTMANN, A. *In situ* localization and PGPR-effect of *Azospirillum brasilense* strains colonizing roots of different wheat varieties. **Symbiosis**, v. 34, p. 261-279, 2003.
- SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phitopathologica**, v.1, n. 3, p. 231-234, 1975.
- SCHER, F. M.; BAKER, R. Effect of *Pseudomonas putida* and a synthetic iron chelator on induction of soil suppressiveness to *Fusarium* wilt Pathogens. **Phytopathology**, v. 72, p. 1567-1573, 1982.
- SESSITSCH, A. et al. Advances in *Rhizobium* research. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 21, p. 323-378, 2002.
- SILVA, F. A. S. E. ; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7., Reno. Reno: American

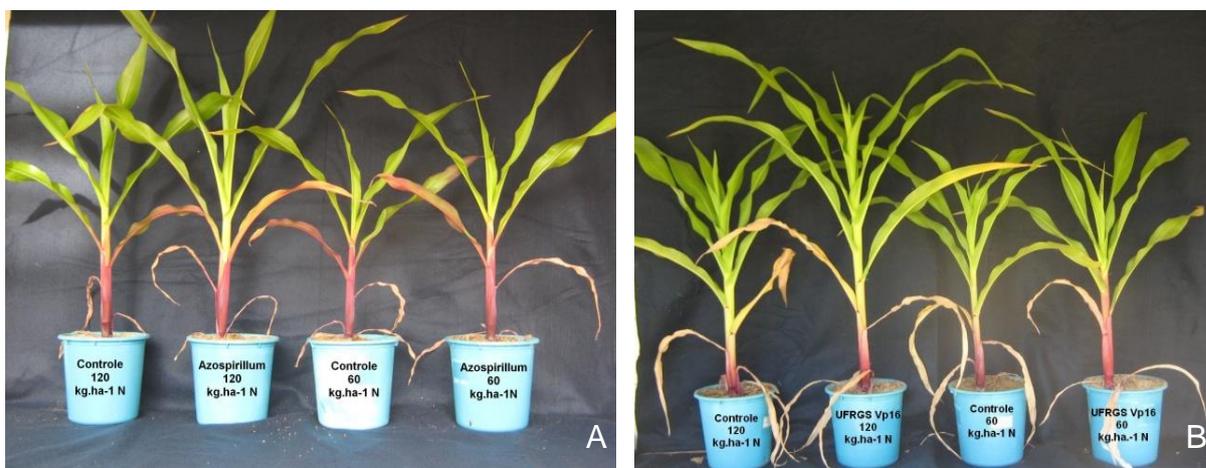
Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995.

VINCENT, J. M. **Manual for the practical study of root-nodule bacteria**. Oxford: Blackwell Scientific, 1970.

WALKER, V. et al. Host plant secondary metabolite profiling shows a complex, strain-dependent response of maize to plant growth-promoting rhizobacteria of the genus *Azospirillum*. **New Phytologist**, v. 189, p. 494-506, 2011.

YANNI, Y. G; DAZZO, F. B. Enhancement of rice production using endophytic strains of *Rhizobium leguminosarum* by *trifolii* in extensive field inoculation trials within the Egypt Nile delta. **Plant Soil**, v. 336, p. 129-142, 2010.



**Figura 1 - Plantas de milho do híbrido 30F53 inoculadas com bactérias diazotróficas. (A) plantas de milho inoculadas com isolados de *Azospirillum* (UFRGS EI-S, UFRGS Lg1-R e UFRGS M-S) com doses equivalentes a 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. (B) plantas de milho inoculadas com o rizóbio UFRGS Vp16 com doses equivalentes a 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.**

**Tabela 1 - Resumo da análise de variância das variáveis Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca do Sistema Radicular (MSSR) e Nitrogênio Total na Massa Seca da Parte Aérea (NMSPA) de híbridos de milho inoculados com bactérias diazotróficas em doses de nitrogênio.**

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		MSPA	MSSR	NMSPA
Nitrogênio (N)	1	1017,6**	815,4**	312,2 ns
Híbridos (H)	4	137,1**	67,2**	37424,3**
Inoculantes (I)	3	16,4**	14,3**	10272,9**
N x H	3	16,5**	6,9**	1883,5**
N x I	3	4,6*	2,5**	275,1 ns
H x I	12	2,2 ns	4,1**	2010,7**
N x H x I	12	12,6 ns	0,9**	562,0 ns
Resíduo	117	1,2	0,1	404,6
CV (%)	159	10,1	3,8	11,9

\* - Efeito altamente significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; \*\* - Efeito altamente significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; ns – não significativo.

**Tabela 2 - Massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e nitrogênio total na massa seca da parte aérea de híbridos de milho inoculados com bactérias diazotróficas em doses equivalentes a 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.**

Nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )	--- 60 ---					--- 120 ---					
	Híbridos	30F53	NB 7205	30R50	AS 1572	Fórmula	30F53	NB 7205	30R50	AS 1572	Fórmula
Inoculantes	--- Massa seca da parte aérea (g) ---										
Controle	7,0 Ab	5,9 Ac	9,9 Aa	9,0 Aa	8,4 Aab	11,8 Ba	8,9 Ab	15,1 Ba	14,5 Aa	15,0 Aa	
<i>Azospirillum</i>	9,0 Aa	6,0 Ab	10,3 Aa	10,3 Aa	9,2 Aa	13,2 ABab	9,0 Ac	14,9 Ba	14,4 Aa	16,1 Aa	
SEMIA 222	7,8 Ab	5,8 Ac	9,5 Aa	9,4 Aa	8,9 Aa	11,8 Bb	8,9 Ac	14,8 Ba	14,7 Aa	15,9 Aa	
UFRGS Vp16	8,7 Ab	6,6 Ac	10,4 Aa	9,6 Aa	9,1 Aa	16,2 Aa	9,8 Ac	17,2 Aa	13,0 Ab	16,6 Aa	
	--- Massa seca do sistema radicular (g) ---										
Controle	6,0 Bb	4,9 Bc	7,2 Aa	8,0 Aa	7,0 Aab	8,7 Bb	8,7 Ab	11,7 Bab	12,9 Aa	12,0 Ba	
<i>Azospirillum</i>	7,0 Ab	6,4 Ac	7,0 Ab	9,0 Aa	7,8 Aab	10,6 Ab	9,5 Ac	11,7 Bab	13,4 Aa	13,8 Ba	
SEMIA 222	6,2 Bb	4,9 Bc	8,2 Aa	7,8 Aa	7,7 Aa	9,2 Bb	8,3 Ab	11,1 Ba	11,6 Aa	12,7 Ba	
UFRGS Vp16	7,6 Aab	5,6 ABb	8,4 Aa	8,1 Aa	8,0 Aa	11,1 Ab	9,9 Ac	14,4 Aa	12,7 Aab	15,6 Aa	
	--- Nitrogênio total na massa seca da parte aérea (mg) ---										
Controle	70,5 Bb	73,6 Ab	113,8 ABa	120,5 Ba	94,6 Aab	193,2 Cbc	169,6 Bc	298,9 Aa	323,0 Aa	263,9 Bb	
<i>Azospirillum</i>	110,5 Aab	79,7 Ab	116,2 Aa	158,2 Aa	113,8 Aa	259,2 Bbc	174,8 ABc	299,3 Aab	337,6 Aa	272,6 Bb	
SEMIA 222	81,9 Bb	77,2 Ab	106,4 Bab	124,1 Ba	96,0 Ab	203,0 Cc	173,2 Bc	298,5 Aab	323,4 Aa	273,4 Bb	
UFRGS Vp16	117,5 Aab	89,9 Ab	131,6 Aa	123,0 Ba	102,7 Aa	327,2 Aa	199,8 Ab	338,4 Aa	326,4 Aa	345,4 Aa	

Médias de tratamentos em cada dose de nitrogênio, seguidas de letra igual minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si (Duncan<0,05).

# Tamanhos e formatos de sementes não influenciam a germinação, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho<sup>1</sup>

Emerson Trogello<sup>2</sup>, Alcir Jose Modolo<sup>3</sup>, Álvaro Fernando Portes<sup>4</sup>, Antônio Pedro Brusamarello<sup>3</sup>

**Resumo** - A produtividade final de culturas é influenciada por diversos fatores, sendo a qualidade de semente depositada ao solo no momento da semeadura um dos mais importantes. Sementes de maior tamanho tendem a apresentar maior vigor e dispor de melhores condições para a emergência, desenvolvimento e produtividade final das culturas. O experimento foi realizado na Área Experimental da UTFPR, Campus Pato Branco, PR, e teve por objetivo avaliar o desenvolvimento e produtividade de 14 diferentes tamanhos e formatos de sementes de milho, obtidos na classificação de uma unidade de beneficiamento de sementes de milho (UBS), por meio de peneiras de crivo oblongo e redondo. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 56 unidades experimentais, cada qual composta por 5 fileiras de semeadura com 4 metros de comprimento cada. Avaliaram-se a porcentagem de germinação da cultura, altura final de plantas, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e rendimento médio da cultura do milho. Concluiu-se que os diferentes tamanhos e formatos de sementes utilizados não influenciaram significativamente nenhum dos parâmetros avaliados.

**Palavras-chave:** Unidade de beneficiamento de sementes. Vigor de sementes.

## Different shapes and sizes of seeds on the productivity of the culture of corn

**Abstract** - The final yield of crops is influenced by several factors, the quality of seed deposited to the soil at planting being one of the most important. Large seeds tend to have higher strength and be better equipped for the emergence, development and final yield of crops. The experiment was conducted at the Experimental UTFPR Campus of Pato Branco, PR, and aimed to evaluate the development and productivity of 14 different sizes and shapes of seed corn. Different shapes and sizes were obtained in the classification of a processing unit for seeds of maize (UBS) by means of oblong and round sieves. The experimental design was randomized blocks with four repetitions, totaling 56 experimental units, each consisting of five rows of sowing and 4 meters in length. It evaluated the percentage of germination, final plant height, ear diameter, ear length, number of kernel rows per ear, number of kernels per row, thousand grain weight and average yield of corn. It was concluded that the different sizes and shapes of seeds did not affect significantly the parameters evaluated.

**Key words:** Seed processing unit. Seed vigour.

---

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 09/04/2013 e aprovado para publicação em 18/07/2014.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Mestre, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Viçosa, Viçosa, MG. E-mail: [trogello@yahoo.com.br](mailto:trogello@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Doutor, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR. E-mail: [alcir@utfpr.edu.br](mailto:alcir@utfpr.edu.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Coordenação de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR. E-mail: [alvaro\\_portes@hotmail.com](mailto:alvaro_portes@hotmail.com); [antoniopedro1991@hotmail.com](mailto:antoniopedro1991@hotmail.com)

## Introdução

No ano de 2010, o Brasil respondeu por aproximadamente 7% da produção mundial de milho, caracterizando-se como o quarto maior produtor mundial deste cereal (AGRIANUAL, 2010). A produção nacional de milho, juntando as safras de verão e inverno, configura-se em 55,4 milhões de toneladas, semeadas em uma área de 12,7 milhões de hectares, propiciando um rendimento médio de 4.367 kg ha<sup>-1</sup>. O estado do Paraná se mantém líder na produção deste cereal desde a década de 70, sendo que na safra 2010, o mesmo alcançou produção de 13,7 milhões de toneladas, semeadas em 2,3 milhões de hectares e proporcionando um rendimento médio de 6.032 kg ha<sup>-1</sup> (SEAB, 2012).

A cultura necessita de altos investimentos, principalmente nos primeiros 60 dias de cultivo e, aliados às condições climáticas, que por vezes podem ser adversas, caracterizando-a como de risco. Dessa forma, tecnologias de manejo e condução da cultura que propiciem redução dos riscos a campo se revestem de extrema importância, a fim de atingir bons resultados produtivos.

O tamanho das sementes em algumas espécies é indicativo de sua qualidade fisiológica, sendo que sementes pequenas geralmente tendem a apresentar menores valores de germinação e vigor, em comparação as de tamanhos médio e grande (BIRUEL; PAULA e AGUIAR, 2010). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), isso ocorre pelo fato das sementes de maior tamanho geralmente serem mais bem nutridas durante a sua formação, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas. As sementes menores tendem a germinar mais rapidamente, enquanto as maiores acabam por originar plântulas de maior tamanho e massa (VANZOLINI e NAKAGAWA, 2007).

Em uma espiga de milho, tem-se sementes de formas e tamanhos variados, sendo o processo de separação de sementes por tamanho e formato de fundamental importância, pois permite a comercialização de um produto homogêneo (KIKUTI et al., 2003), favorecendo a regulagem das semeadoras e proporcionando distribuição uniforme da semente. Essa distribuição uniforme é fundamental para a manutenção de um correto estande de plantas, o que, segundo Andrade et al. (1999), propicia maior rendimento final da cultura, pois a espécie *Zea mays* (L.) não possui uma plasticidade elevada, sendo que raramente

perfilha efetivamente e apresenta capacidade limitada de expansão foliar e prolificidade.

Diversos estudos têm demonstrado a influência do tamanho e formato de sementes, tanto nas fases iniciais, como nos componentes de rendimento e rendimento final de culturas (KARA, 2011; ENAYATGHOLIZADEH et al., 2011). Sangoi et al. (2004) testando quatro profundidades de semeadura (0,025; 0,050; 0,075 e 0,10 m) e dois tamanhos de semente (massa de 1.000 grãos de 451,2g e 245,2g), sobre o comportamento da cultura do milho, verificaram que sementes maiores propiciam a obtenção de maiores velocidades de emergência, plantas mais altas e com maior acúmulo de fitomassa na colheita, devido ao maior acúmulo de nutrientes no grão. Já Muchena e Gnocn (1977), utilizando três estirpes de milho (milho pipoca, linha pura R151 e linha pura Ay499) e três tamanhos de sementes (pequenas, médias e grandes), observaram que sementes menores tendem a apresentar uma maior velocidade de emergência da cultura do milho.

No entanto, alguns autores não têm encontrado relação entre o tamanho de sementes e a produtividade de determinadas culturas. Camozzato et al. (2009), estudando o desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes, concluíram não haver influência significativa do tamanho de sementes sobre os componentes de rendimento e rendimento final da cultura. Do mesmo modo, Adamo; Sader e Banzatto (1984), avaliando a influência do tamanho das sementes sobre a produtividade e a qualidade das sementes de girassol, concluíram não haver influência do tamanho da semente na produção e qualidade das sementes de girassol obtidas.

Perin; Araujo e Teixeira (2002), avaliando o efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa, nutrientes e no rendimento de grãos de cultivares de feijoeiro, concluíram que não houve efeito do tamanho da semente na produção de grãos, componentes de produção e índice de colheita. Do mesmo modo, Lima et al. (2005), avaliando 6 cultivares de feijão e dois tamanhos de sementes, verificaram efeitos pouco consistentes do tamanho da semente no rendimento de grãos, indicando que os custos adicionais da utilização apenas de sementes maiores podem não ser viáveis.

Fica evidente que o efeito de diferentes tamanhos de sementes utilizadas no momento de semeadura ainda consiste em grande discussão entre pesquisadores para diversas culturas. Dessa

forma, o presente trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes classes de tamanhos e formatos de sementes sobre a germinação, crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho na região sudoeste do Paraná.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, em Pato Branco, PR, a qual possui um LATOSSOLO VERMELHO distroférrico com textura muito argilosa (77,5% de argila; 20,5% de areia e 2,0% de silte). O clima é classificado como subtropical úmido do tipo (Cfa) e possui uma precipitação pluvial média de 1.800 mm ao ano (INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ - IAPAR, 1994) e uma altitude média de 760 m.

Foram utilizadas 14 diferentes peneiras comerciais de sementes de milho (18C – curta chata, 18CE – curta espessa, 18M – média chata, 18ME – média espessa, 18R - redonda, 20C – curta chata, 20CE – curta espessa, 20M – média chata, 20ME – média espessa, 20R - redonda, 22C – curta chata, 22CE – curta espessa, 22R - redonda e 24C – curta chata), sendo as mesmas classificadas quanto ao seu formato e tamanho em uma unidade beneficiadora de sementes (UBS).

No processo de classificação realizado na UBS, as sementes passaram por peneiras de crivo oblongo para a classificação quanto à sua espessura (CE, ME e LE – espessa, retida na peneira 13/64” e R – redonda – retida na peneira 16/64”), por peneiras de crivo redondo para a classificação quanto a sua largura ou menor diâmetro (18; 20; 22 e 24/64”) e por trieurs para classificação quanto ao comprimento das mesmas (C – curta, M – média e L – longa). Em geral, o fluxo é dividido por três partes, exceto quando não ocorre a presença de sementes longas. As sementes que passam pela peneira 13/64” são consideradas chatas: C – Curta, M – Média e L - Longa.

Utilizou-se a campo o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições sobre o esquema fatorial simples. Dessa forma, o experimento contou com 56 unidades experimentais (14x4), sendo que cada unidade experimental detinha dimensões de 4 m de comprimento por 5 linhas de semeadura espaçadas em 0,8 m.

A semeadura foi realizada no dia 09 de dezembro de 2010, adicionando-se na linha de

semeadura uma dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> da formulação de base 08-20-20 (NPK). O híbrido utilizado foi o SG 6302 originado da safra 2010 e pertencente à categoria S1, a qual, embora não seja certificada, tem sua produção embasada sobre registros do Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM). O híbrido foi semeado em uma população de 70.000 sementes ha<sup>-1</sup>, ficando com espaçamento entre sementes de 0,20 m.

O controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi realizado aos 12 e aos 50 dias após a semeadura com a utilização do inseticida Avaunt 150, na dosagem de 0,3 L ha<sup>-1</sup>, com volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>. As plantas daninhas foram controladas com herbicida Atrazina + Simazina, na dose de 6,0 L ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação para as ervas daninhas encontradas.

As avaliações foram realizadas em laboratório e a campo. A parte laboratorial consistiu da realização do teste padrão de germinação, desenvolvido com quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se o substrato de papel-toalha umedecido e temperaturas alternadas de 20 – 30 °C, sendo os resultados expressos em porcentagem de acordo com as recomendações contidas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Quanto ao desenvolvimento a campo, avaliou-se a altura das plantas no estágio de maturação fisiológica, diâmetro e comprimento de espigas, fileiras por espiga, grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade da cultura, conforme segue abaixo.

A altura de plantas no período de maturação fisiológica foi realizada em 20 plantas por unidade experimental, utilizando-se uma régua graduada em centímetros, medindo-se do solo até a inserção da última folha.

O diâmetro e comprimento de espigas foram realizados com o auxílio de um paquímetro digital, mensurando-se um total de 20 espigas por unidade experimental. Quanto aos componentes de rendimento, os mesmos se detiveram em número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade média da cultura. O número de fileiras por espiga e grãos por fileiras foram avaliados ao longo de 20 espigas por parcela. Quanto ao peso de mil grãos, realizou-se a pesagem de 400 grãos e posterior extrapolação do resultado para mil grãos.

O rendimento final da cultura foi efetuado colhendo-se toda a área útil da parcela, composta

por 3 metros e três linhas centrais. As mesmas foram trilhadas manualmente e pesadas, os valores foram extrapolados para produtividade final por hectare, corrigindo os mesmos para umidade de 14%.

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software ASSISTAT 7.5 Beta, desenvolvido por Silva e Azevedo (2009).

## Resultados e Discussão

A porcentagem de germinação normal não foi influenciada pelas diferentes classificações comerciais de tamanho e forma de semente de milho. Bem como não foi observada diferenciação para altura final de plantas, comprimento de espigas e diâmetro de espigas, quando da inserção de sementes de variados tamanhos e formatos (Tabela 1).

A profundidade de distribuição de sementes no solo, no presente experimento foi uniforme e abrangeu de 3 a 5 cm, o que caracteriza uma profundidade adequada. Os efeitos de tamanhos e formas de sementes é mais evidente quando as sementes estão em maiores profundidades, o que dá vantagens à semente de maior porte.

Os efeitos da forma e do tamanho da semente no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho influenciam a porcentagem de emergência de plântulas aos 21 dias pós-semeadura, sendo que sementes achatadas tendem a apresentar maior emergência em comparação às sementes redondas (MARTINELLI-SENE; ZANOTTO e NAKAGAWA, 2001). No presente trabalho, a forma e o tamanho das sementes não influenciaram a porcentagem de germinação.

Molatudi e Mariga (2009), avaliando a emergência e vigor de sementes de milho de diferentes tamanhos (pequenas e grandes) semeadas a diferentes profundidades (0,05; 0,10; 0,15 e 0,20 m), não observaram efeito significativo dos diferentes tamanhos de semente sobre a emergência e vigor de plântulas de milho, o que corrobora o presente trabalho.

Avaliando a qualidade fisiológica de sementes oriundas de três lotes de um mesmo campo de produção, classificadas em redondas (retidas na peneira nº 15 x  $\frac{3}{4}$ ), achatadas (passaram pela peneira nº 15 x  $\frac{3}{4}$  e foram classificadas por largura em peneiras 24, 22 e 20) e curtas e longas (sementes classificadas nas peneiras 22 e 20 passaram por um cilindro indentado para

classificação), Andrade et al. (2001) concluíram que as sementes classificadas em longas de tamanho médio e forma achatada (P20L) apresentaram qualidade fisiológica superior. Já as sementes de maior tamanho e de forma arredondada (24 e 15 x  $\frac{3}{4}$ ) apresentaram menor vigor.

Pereira et al. (2008), trabalhando com sementes de diferentes tamanhos (pequena, média, grande e muito grande) na qualidade de mudas do tamarindeiro, concluíram que o tamanho de sementes influenciou a emergência das plântulas no período inicial de desenvolvimento, sendo que sementes pequenas obtiveram maior emergência inicial. Com o decorrer dos dias, as diferentes classes de semente se equipararam em porcentagem de emergência. Dessa forma, houve diferenças na velocidade de emergência da semente, e não na porcentagem de emergência como um todo, embora trabalhando com culturas diferentes, o presente trabalho também não observou uma diferença na porcentagem de emergência, podendo a mesma estar no índice de velocidade de emergência.

Os diferentes tratamentos não influenciaram significativamente o número de fileiras por espiga (FE), o número de grãos por fileira (GF) e a massa de mil grãos (MMG), bem como não foi observada variação de rendimento médio ao final do ciclo da cultura (Tabela 2).

A média produtiva da cultura foi de 7047 kg ha<sup>-1</sup>, o que evidencia uma boa condição de ambiente para o cultivo. Essas boas condições podem ter suprimido alguma diferença existente nos tratamentos. Quando o fator é tamanho e formato de sementes, os efeitos são evidenciados na fase inicial de cultivo e se propagam até a fase final. No caso, a germinação não foi afetada, não tendo efeito na formação de adequado estande e não influenciando nos parâmetros de produtividade da cultura.

Kara (2011), estudando o efeito de três tamanhos de sementes de milho sobre o desenvolvimento e componentes de produtividade da cultura, observou que o tamanho de sementes de milho influenciou significativamente os componentes de rendimento e a produtividade média da cultura do milho. Sendo o rendimento da cultura maximizado com a utilização de sementes de maior tamanho. Do mesmo modo, Enayatgholizadeh et al. (2011), trabalhando com três diferentes tamanhos de sementes de milho (6,0; 6,5 e 7,0 mm), concluíram que o aumento

de tamanho de sementes tende a influenciar positivamente no diâmetro de espigas e massa de grãos, conseqüentemente elevando a produtividade média da cultura. No presente trabalho, não foi possível observar essas diferenças nos componentes de produtividade e no rendimento final da cultura do milho, sobre os diferentes formatos de sementes.

De Pádua et al. (2010) trabalhando com diferentes tamanhos de sementes (4,0; 5,0 e 6,0 mm) oriundas de três cultivares de soja (BRSMG 752S, BRSMG 790A e BRSMG 750SRR), concluíram que sementes menores tendem a produzir plantas com menor altura na colheita e menor produtividade. Já as sementes de maior tamanho apresentam porcentagens de germinação e de vigor mais elevadas. No presente trabalho, não foi observado o mesmo comportamento nas 14 diferentes formas e tamanhos de sementes de milho avaliados.

Vazquez et al. (2012), avaliando o desenvolvimento inicial e a produtividade final da cultura do milho sobre a influência de semeadura com diferentes formatos e tamanhos de sementes, concluíram que as alterações no tamanho de sementes de milho interferem apenas no desenvolvimento inicial das plantas. Após 40 dias de semeadura, a altura das plantas, número de grãos por espiga, massa do grão colhido e a produtividade de grãos não sofrem interferência do tamanho e da forma da semente de milho empregada.

Em estudo realizado no período de 2008, na estação experimental de Safi-abad, comparando o desenvolvimento e produtividade de sementes de milho provenientes de diferentes fontes (Khozestan, Moghan e Khorasan) e com diferentes tamanhos de sementes (6,0; 6,5 e 7,0 mm), foi possível observar que, em geral, o rendimento de grãos aumentou com o aumento do tamanho das sementes. Tetos de rendimento (8.717,7 kg ha<sup>-1</sup>) foram obtidos com sementes provenientes de Khozestan e de tamanho de 7,0 mm (ENAYATGHOLIZADEH et al., 2012).

Do mesmo modo, na avaliação de diferentes populações de plantas (50; 35 e 20 mil plantas ha<sup>-1</sup>), híbridos de milho (HT-2X, BR-201 e BR-205) e tamanhos de sementes (pequenas, médias e grandes), foi possível observar que o tamanho da semente pode vir a compensar uma redução na população de plantas, sendo as sementes maiores as mais recomendadas (MARTINELLI e DE CARVALHO, 1999).

Já Chaudhry e Ullah (2001), visando estudar os efeitos de diferentes tamanhos de sementes

sobre o comportamento da cultura do milho, não verificaram diferenças significativas quanto aos componentes de produtividade da cultura, assemelhando-se ao presente trabalho. Do mesmo modo, Lima e Carmona (1999), estudando o comportamento de sementes de diferentes tamanhos, provenientes de quatro cultivares de soja, concluíram que as classes de tamanho de sementes não influenciaram o desenvolvimento, componentes de rendimento e produtividade média da cultura da soja.

Trabalho avaliando o desenvolvimento e produtividade do milho híbrido duplo (BR 201 e variedade BR 451), semeado com diferentes tamanhos e formatos de sementes, durante três anos de safra, concluiu que os caracteres agronômicos e a produtividade não variaram com os diferentes tamanhos de sementes (ANDRADE; ANDREOLI e BORBA, 1997), indo de encontro aos resultados do presente trabalho.

Embora os resultados de diversos trabalhos tenham sido conflitantes ao longo dos anos, ora tendendo a respostas do tamanho de sementes, ora tendendo a não influência do mesmo, observa-se atualmente quase um consenso de que o tamanho e formato de sementes não tem influência sobre a produtividade da cultura do milho. Este trabalho vem a embasar este consenso, desde que as condições de desenvolvimento da cultura sejam adequadas.

Devido ao alto custo em se produzir um milho híbrido, tem-se que aproveitar dos mais variados tamanhos e formatos de sementes, indo desde a curta, pequena e redonda, até as classes de tamanho superiores e mais uniformes, uma vez que não se observa diferenças a campo.

## Conclusões

Os diferentes tamanhos e formatos de sementes de milho não influenciam a germinação, o desenvolvimento e a produtividade da cultura do milho.

## Referências

ADAMO, P.E.; SADER, R.; BANZATTO, D.A. Influência do tamanho na produção e qualidade de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 6, n. 3, p. 09-14, 1984.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: FNP - Consultoria e Comércio, 2010.

- ANDRADE, R.V.; ANDREOLI, C.; BORBA, S.C. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 62-65, 1997.
- ANDRADE, R.V. et al. Qualidade fisiológica das sementes do milho híbrido simples hs 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 576-582, 2001.
- ANDRADE, F.H. et al. Kernel number determination in maize. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 2, p. 453-459, 1999.
- BIRUEL, R.P.; PAULA, R.C.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de *Caesalpinia leiostachya* (benth.) Ducke (pau-ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- CAMOZZATO, V.A. et al. Desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 288-292, 2009.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CHAUDHRY, A.U.; ULLAH, M.I. Influence of seed size on yield, yield components and quality of three maize genotypes. **Journal of Biological Sciences**, New York, v. 1, n. 3, p. 150-151, 2001.
- DE PÁDUA, G.P et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 009-016, 2010.
- ENAYATGHOLIZADEH, M.R. et al. Response of the morphologic characteristics of s.c704 maize affected by the source and seed size in Khuzestan. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Melbourne, v. 5, n. 11, p. 369-374, 2011.
- \_\_\_\_\_. Effect of source and seed size on yield component of corn S.C704 in Khuzestan. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 11, n. 12, p. 2938-2944, 2012.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas do estado do Paraná 1994**. Londrina: IAPAR, 1994. 49p.
- KARA, B. Effect of seed size and shape on grain yield and some ear characteristics of maize. **Research on Crops**, v. 12, n. 3, p. 680-685, 2011.
- KIKUTI, A.L.P. et al. Desempenho de sementes de milho em relação à sua posição na espiga. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 765-770, 2003.
- LIMA, A.M.M.P.; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 157-163, 1999.
- LIMA, E.R. et al. Effects of the size of sown seed on growth and yield of common bean cultivars of different seed sizes. **Brazilian Journal Plant Physiologic**, Campos dos Goytacazes, v. 17, n. 3, p. 273-281, 2005.
- MARTINELLI, A.; DE CARVALHO, N.M. Seed size and genotype effects on maize (*Zea mays* L.) yield under different technology levels. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 999-1006, 1999.
- MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M.D.; NAKAGAWA, J. Efeito da forma e do tamanho da semente na produtividade do milho cultivar Al-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 40-47, 2001.
- MOLATUDI, R.L.; MARIGA, I.K. The effect of maize seed size and depth of planting on seedling emergence and seedling vigour. **Journal of Applied Sciences Research**, Punjab, v. 5, n. 12, p. 2234-2237, 2009.
- MUCHENA, S.C.; GNOCNN, C.O. Effects of seed size on germination of corn (*Zea mays*) under simulated water stress conditions. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 57, n. 659, p. 921-923, 1977.
- PEREIRA, P.C. et al. Influência do tamanho de sementes na qualidade de mudas de tamarindeiro.

**Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 73-79, 2008.

PERIN, A.; ARAUJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa e nutrientes e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1711-1718, 2002.

SANGOI, L. et al. Tamanho de semente, profundidade de semeadura e crescimento inicial do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p.370-380, 2004.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO - SEAB. Departamento de Economia Rural. **Evolução da área colhida, produção, rendimento, participação e colocação Paraná/Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>

arquivos/File/deral/cprbr.pdf.> Acesso em: 26 mar. 2012.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Principal Components analysis in the software assistatistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. **Proceedings...**Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 17, n. 1-3, p. 76-83, 2007.

VAZQUEZ, G.H. et al. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p.16-24, 2012.

**Tabela 1 - Resumo da análise da variância e comparação de médias para a germinação normal (N), altura final de plantas (AP), comprimento de espiga (CE) e diâmetro de espiga (DE), em função de diferentes tamanhos e formatos das sementes.**

PENEIRAS	N (%)	AP (cm)	CE (cm)	DE (cm)	
18C	98,50	215,22	14,46	4,59	
18CE	99,00	217,70	13,89	4,53	
18M	98,75	221,30	14,49	8,89	
18ME	99,00	215,67	14,37	4,45	
18R	97,00	225,57	14,63	4,52	
20C	97,75	220,77	15,11	6,71	
20CE	97,25	218,55	14,74	4,54	
20M	99,00	215,17	14,50	4,42	
20ME	99,50	222,20	14,35	4,51	
20R	97,75	217,30	14,03	4,35	
22C	99,00	218,10	13,80	4,53	
22CE	98,75	218,02	13,90	4,35	
22R	99,00	216,40	13,93	4,45	
24C	98,75	215,07	14,96	4,52	
-	GL	Quadrado médio			
Tratamentos	13	2,2692 <sup>ns</sup>	38,4207 <sup>ns</sup>	0,6852 <sup>ns</sup>	6,5634 <sup>ns</sup>
Resíduo	39	1,6978	29,8135	0,4018	6,5343
C.V.	-	1,32	2,50	4,41	51,59

<sup>ns</sup>: não-significativo. C.V.: Coeficiente de variação.

**Tabela 2 - Resumo da análise da variância e comparação de médias para o número de fileiras por espiga (FE), grãos por fileira (GF), massa de mil grãos (MMG) e rendimento médio da cultura (REND), em função de diferentes tamanhos e formatos de sementes.**

PENEIRAS		FE	GF	MMG (g)	REND (kg.ha <sup>-1</sup> )
18C		16,20	32,85	245,01	7153,15
18CE		15,70	30,15	241,34	6582,06
18M		15,60	30,60	269,17	7438,70
18ME		15,70	29,45	251,11	6940,94
18R		15,60	29,70	269,95	6798,72
20C		15,90	32,20	271,71	6853,16
20CE		15,30	33,00	256,77	6977,60
20M		14,80	29,60	253,13	6932,05
20ME		15,10	31,95	260,51	7452,04
20R		15,20	29,90	274,59	6642,05
22C		15,80	30,10	250,41	7628,70
22CE		14,80	31,30	263,49	6826,49
22R		16,40	29,40	241,70	7028,71
24C		15,30	33,25	269,47	7415,37
-	GL	Quadrado médio			
Tratamentos	13	0,9073 <sup>ns</sup>	8,1264 <sup>ns</sup>	534,7426 <sup>ns</sup>	235456,7372 <sup>ns</sup>
Resíduo	39	0,6629	6,7884	491,1113	488032,8918
C.V.		5,243	8,415	8,574	13,216

<sup>ns</sup>: não-significativo. C.V.: Coeficiente de variação.

# Efeitos secundários de herbicidas aplicados em soja sobre *Trichogramma pretiosum*<sup>1</sup>

Deivid Araújo Magano<sup>2</sup>, Ivan R. C. Krolow<sup>3</sup>, Anderson Dionei Grützmacher<sup>4</sup>, Luís

Eduardo Panozzo<sup>5</sup>, Franciele Silva de Armas<sup>6</sup>, Marcelo Zimmer<sup>6</sup>

**Resumo** - O parasitoide *Trichogramma pretiosum* é considerado um dos principais agentes biológicos para a supressão populacional de espécies de lepidópteros-praga. No entanto, o potencial desse inimigo natural pode sofrer efeitos deletérios devido à aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos secundários de herbicidas registrados para a cultura da soja, sobre adultos do parasitoide *T. pretiosum*. Os bioensaios foram realizados em laboratório, expondo-se os insetos adultos em placas de vidro contaminadas com resíduos secos de herbicidas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. O parâmetro de classificação dos herbicidas foi baseado na redução do parasitismo (RP). Classificou-se os herbicidas Aminol 806, Alteza 30 SL, Aramo 200, Aurora, Basagran 600, Flumyzin 500, Gamit, Glifosato Atanor, Herbadox, Robust, Select 240 e Tordon como sendo inócuos (classe 1); Dual Gold, Fusilade 250 EW, Gramoxone 200, Roundup Original, Sencor 480 e Zapp Qi 620 são levemente nocivos (classe 2); Cobra, Gramocil, Naja, Poast e Podium EW, são moderadamente nocivos (classe 3), e Finale é nocivo (classe 4) a adultos do parasitoide *T. pretiosum*.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Controle químico. *Glycine max*. Manejo integrado de pragas. Parasitoides de ovos.

## Side-effects of herbicides applied in soybean on *Trichogramma pretiosum*

**Abstract** - The parasitoid *Trichogramma pretiosum* is considered a major biological agent for suppression of populations of species of lepidopteran pests. However, the potential of such natural enemy can suffer deleterious effects due to the application of herbicides to control weeds. The aim of this study was to evaluate the side effects of herbicides applied for soybeans on the adults of parasitoid *T. pretiosum*. Bioassays were conducted in the laboratory by exposing adult insects to dried residues of herbicides. The experimental design was completely randomized with four replicates. The parameter to classify the herbicides was based on the reduction of parasitism (RP) evidenced by the number of parasitized eggs per female in the control. We classify the herbicides Aminol 806, Alteza 30 SL, Aramo 200, Aurora, Basagran 600, Flumyzin 500, Gamit, Glifosato Atanor, Herbadox, Robust, Select 240 and Tordon are harmless (class 1); Dual Gold, Fusilade 250 EW, Gramoxone 200, Roundup Original, Sencor 480 and Zapp Qi 620 are slightly harmful (class 2); Cobra, Gramocil, Naja, Poast and Podium EW are moderately harmful (class 3), and Finale is harmful (class 4) to the adult parasitoid *T. pretiosum*.

**Key words:** Biological control. Chemical control. *Glycine max*. Integrated pest management. Egg parasitoids.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 28/12/2013 e aceito para publicação em 28/08/2014.

<sup>2</sup> Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000. Santa Maria-RS, CEP 97105-900.

<sup>3</sup> Doutor em Agronomia, Ciência do Solo, Universidade Federal de Pelotas. Pesquisador da Fepagro.

<sup>4</sup> Doutor. Professor do Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, UFPel. Campus Universitário, s/n. Capão do Leão-RS. CEP 96160-000.

<sup>5</sup> Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Matemática, UFPel.

<sup>6</sup> Acadêmicos do Curso de Agronomia da UFPel.

## Introdução

A soja é uma *commodity* agrícola que corresponde a aproximadamente 13% do valor das exportações do agronegócio brasileiro (AUGUSTO et al., 2012). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja (EMBRAPA SOJA, 2013), e para atingir melhores índices de produtividade, faz-se necessário realizar o manejo de pragas de forma eficiente. O controle químico das plantas daninhas é a principal forma de redução dessas pragas, pois sua interferência pode causar perdas variáveis de produção de 10 a 90% (VOLL et al., 2013).

O Brasil é um grande mercado consumidor de agrotóxicos, sendo a cultura da soja responsável por 40% desse volume (PIGNATI e MACHADO, 2011). Além disso, esse consumo vem aumentando nos últimos anos devido a importantes estímulos, advindos da redução dos preços e da isenção de impostos sobre os agrotóxicos, como também os problemas advindos da resistência das plantas daninhas (PIGNATI e MACHADO, 2011), resultante de inadequados manejos realizados em campo.

Atualmente, existem 188 herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas na cultura da soja (AGROFIT, 2014). Entretanto, há poucas informações a respeito dos efeitos secundários de herbicidas sobre a entomofauna neste agroecossistema. As exposições de insetos benéficos a herbicidas durante o manejo das plantas daninhas podem afetar negativamente a população desses e de outros organismos benéficos presentes naturalmente na lavoura (RIZZARDI et al., 2003).

Dentre esses inimigos naturais, destaca-se o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, um micro-himenóptero que pode desempenhar um importante controle sobre ovos de lepidópteros-praga, como, por exemplo, nas culturas do pessegueiro (GIOLO et al., 2005 a e b), macieira (MANZONI et al., 2006), tomateiro (MOURA et al., 2006) e da soja (BUENO et al., 2008; CARMO et al., 2009).

O parasitoide de ovos *T. pretiosum* vem sendo utilizado para o controle de insetos-pragas (Ordem Lepidoptera), onde se observa cada vez mais expressiva a liberação desses parasitoides em condições de campo. Exemplo disso foi realizado no Estado do Rio Grande do Sul (RS) para a cultura do milho, onde liberações inundativas desse parasitoide foram realizadas em aproximadamente 3000 hectares para o controle de lepidópteros-praga na cultura do milho (NAVA e NACHTIGAL, 2010).

Para avaliar os efeitos de agrotóxicos sobre insetos benéficos, a International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC) desenvolveu um protocolo padrão (bioensaios), utilizando espécies do parasitoide de ovos do gênero *Trichogramma* em função da sua distribuição cosmopolita, facilidade de criação, elevada capacidade de parasitismo e fragilidade à exposição aos agrotóxicos (HASSAN et al., 2000). Assim, com a condução desses bioensaios, é possível estimar a toxicidade dos diferentes agrotóxicos sobre os insetos benéficos (inimigos naturais) em campo.

No Brasil, alguns estudos já foram conduzidos para avaliar a seletividade de agrotóxicos a *T. pretiosum*, porém, os trabalhos realizados sobre esse parasitoide na cultura da soja, tratam somente das fases de ovo-larva e pupas (BUENO et al., 2008; CARMO et al., 2009). Além disso, nessa cultura, ainda não são empregados bioensaios que apresentem técnicas padronizadas, dificultando assim a utilização e comparação dos resultados, os quais poderiam proporcionar a indicação de herbicidas seletivos, visando à sobrevivência de parasitoides e predadores, presentes naturalmente nos sistemas de produção agrícola.

Em tal contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos secundários de herbicidas registrados para a cultura da soja sobre adultos do parasitoide de ovos *T. pretiosum*.

## Material e Métodos

Foram conduzidos seis bioensaios para a avaliação da seletividade na fase adulta de *T. pretiosum*, seguindo a metodologia adaptada para a espécie *T. pretiosum* (GIOLO et al., 2005a, Manzoni et al., 2006), de acordo com as diretrizes propostas pela IOBC (HASSAN et al., 2000; HASSAN e ABDELGADER, 2001).

O material biológico utilizado nos bioensaios foi constituído pelo parasitoide de ovos da espécie *T. pretiosum*, multiplicado em ovos inviabilizados do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pieridae), criado conforme técnica descrita por Parra (1997). Essa criação foi mantida no laboratório, em câmaras climatizadas com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 h.

Foram avaliados 24 produtos comerciais registrados para a cultura da soja, cuja aquisição ocorreu no mercado local, conforme a Tabela 1.

Além destes herbicidas testados, também foi utilizada uma testemunha positiva, o inseticida Lannate BR (metomil) na dose comercial de 1 L ha<sup>-1</sup>, que é reconhecido como padrão de toxicidade, capaz de proporcionar 100% de mortalidade a *T. pretiosum*, e uma testemunha negativa, a água destilada.

As aplicações foram realizadas através de pulverizadores manuais, que proporcionaram um depósito de calda de 1,75±0,25 mg cm<sup>-2</sup> em cada placa, aferidos em balança eletrônica de precisão, sendo pulverizados sobre placas de vidro (13 x 13 cm), na maior dose comercial recomendada (AGROFIT, 2014). Os testes de toxicidade foram conduzidos em laboratório, sob as mesmas condições utilizadas na criação do parasitoide. Após secagem a temperatura ambiente, os parasitoides foram expostos aos resíduos secos de herbicidas.

Para a liberação dos parasitoides no interior das gaiolas, foram utilizados tubos de emergência (ampola de vidro transparente de 120 mm de comprimento por 20 mm de diâmetro em uma das extremidades e 7 mm na outra), cada um contendo um círculo de cartolina (1 cm de diâmetro) com 250±50 ovos de *A. kuehniella* previamente parasitados. Aproximadamente 24 h após a emergência, os tubos contendo os adultos de *T. pretiosum* foram conectados às gaiolas durante 12 h, o que permitiu a entrada dos insetos para exposição aos herbicidas. Seis horas após a retirada dos tubos de emergência, cartões contendo 450±50 ovos inviabilizados de *A. kuehniella* por unidade foram disponibilizados para serem parasitados.

A alimentação dos parasitoides foi realizada juntamente com a inserção de cartões com ovos inviáveis, às 24 (três cartões), 48 (dois cartões) e 96 h (um cartão). A partir do número de ovos parasitados e número de fêmeas no interior da gaiola, obteve-se o número médio de ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* para cada tratamento.

As reduções, no número médio de ovos parasitados, em função dos produtos testados foram corrigidas pela fórmula  $RP = (1 - Rt/Rc) * 100$  (HASSAN et al., 2000), onde: **RP** corresponde à percentagem de redução no parasitismo; **Rt** é o valor do parasitismo médio para cada produto; e **Rc** é o parasitismo médio observado para o tratamento testemunha (negativa). Em função da redução no parasitismo foram definidas as classes de seletividade (IOBC): 1- Inócuo (<30%); 2- Levemente nocivo

(30-79%); 3- Moderadamente nocivo (80-99%); e, 4- Nocivo (>99%).

Para análise dos dados, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, onde cada gaiola de exposição foi considerada uma unidade experimental. Os dados obtidos foram testados quanto à homocedasticidade. Quando constatada, foram submetidos à análise de variância, e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey (p>0,05).

## Resultados e Discussão

Para os testes de toxicidade em adultos, fase considerada a mais sensível do parasitoide, observou-se que os herbicidas Aramo 200, Tordon, Herbadox, Aurora, Aminol 806, Robust, Alteza, Gamit, Select 240 EC, Glifosato Atanor, Basagran 600 e Flumyzin 500, utilizados nos testes foram inócuos (classe 1) ao parasitoide de ovos *T. pretiosum* (Tabela 2), perfazendo um total de 50% dos herbicidas testados (Figura 1).

Dessa forma, a inocuidade na fase adulta determina que o agrotóxico seja seletivo ao parasitoide. Segundo as diretrizes da IOBC, os agrotóxicos classificados como não inócuos (classes 2, 3 ou 4) devem ser testados sob sua fase imatura, onde o parasitoide encontra menor suscetibilidade à exposição de agrotóxicos devido à proteção oferecida pelo córion do ovo (ORR et al., 1989), como foram realizados nas culturas do pessegueiro (NÖRNBERG et al., 2008) e milho (STEFANELLO JR. et al., 2011).

O produto comercial Basagran 600 foi classificado como inócuo ao parasitoide (classe 1), onde observou-se redução de 29,53% no parasitismo (Tabela 2 e Figura 1). Nesse mesmo sentido, estudos de Huber e Otto (1994) mostraram que bentazona não é tóxico para abelhas, sendo essa pertencente à mesma ordem (Hymenoptera) do parasitoide.

Observou-se que os herbicidas Dual Gold, Fusilade 250 EW, Gramoxone 200, Roundup Original, Sencor 480 e Zapp Qi 620 se apresentaram como levemente nocivos (classe 2) ao parasitoide de ovos *T. pretiosum* (Tabela 2), perfazendo um total de 25% dos herbicidas testados (Figura 1).

O herbicida Dual Gold apresentou uma redução no parasitismo de 43,52%, sendo enquadrado como levemente nocivo (classe 2). Segundo Maclachlan (2010), em seus estudos sobre a toxicocinese de agrotóxicos, esse produto apresenta rápida metabolização e é quase

totalmente excretado, com meia vida de aproximadamente 24 horas. Entretanto, o mesmo autor relata que há possibilidade reduzida do composto acumular-se em tecidos de animais, o que pode vir a explicar o fato de exercer efeitos deletérios sobre o parasitoide, interferindo sobre processos metabólicos do mesmo.

O herbicida Roundup Original, na dose de 5 L ha<sup>-1</sup> reduziu em 37,20% o parasitismo, sendo assim classificado na classe 2 (levemente nocivo). Giolo et al. (2005a), Manzoni et al. (2006) e Stefanello Jr. et al. (2008) estudando esse mesmo ingrediente ativo, atribuíram classe 3 para o herbicida Round up Original. No entanto, os referidos trabalhos utilizaram doses superiores às utilizadas neste estudo, sendo 8, 12 e 6 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O Zapp Qi 620 foi classificado como levemente nocivo (classe 2), causando uma redução do parasitismo na ordem de 57,61% (Tabela 2 e Figura 1). Nesse mesmo sentido, tal resultado também foi observado por Giolo et al. (2005b), ao testarem o mesmo produto na concentração de 14,4 mg L<sup>-1</sup> de equivalente ácido de glifosato. Em outro estudo sobre adultos da mesma espécie do parasitoide, foi observada redução de 36,48% no parasitismo (classe 2), sendo relatado o fator dose do herbicida responsável pelas diferenças relacionadas ao grau de redução do parasitismo (STEFANELLO JR. et al., 2008).

O herbicida Gramoxone 200 apresentou redução de 53,22% no parasitismo, sendo enquadrado na classe 2, diferindo dos resultados obtidos por Stefanello Jr. et al. (2008) ao obterem classe 4 com uma redução de 99,95% no parasitismo, utilizando uma dose de campo de 3 L ha<sup>-1</sup>.

Os herbicidas Cobra, Gramocil, Naja, Poast e Podium EW, utilizados nos testes, foram classificados como moderadamente nocivos (classe 3) ao parasitoide de ovos *T. pretiosum* (Tabela 2), perfazendo 20,8% dos herbicidas testados (Figura 1).

Para o herbicida Gramocil (0,1% diuron + 0,2% dicloreto de paraquate) observou-se uma redução no parasitismo de 83,88%, classificando-o como moderadamente nocivo (classe 3) (Tabela 2 e Figura 1). No entanto, resultados propostos por Bastos et al. (2005) ao ofertarem ovos de *A. kuehniella* e *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) contaminados com esse produto, obtiveram reduções de 53,89 e 36,02% no parasitismo, respectivamente.

Os herbicidas Gramocil e Gramoxone 200 apresentaram diferenças quanto à seletividade. Esse fato pode estar relacionado à presença dos sais de ureia e alguns ingredientes inertes contidos na formulação do herbicida Gramocil, que não estão presentes na formulação do Gramoxone 200. É conveniente ressaltar a importância da informação da marca comercial utilizada no bioensaio (HASSAN et al., 2000), pois uma simples alteração na molécula, obtida a partir da adição de uma estrutura ao princípio ativo, pode ocasionar grande diferença em relação à classe de seletividade.

O herbicida Finale inibiu o parasitismo de *T. pretiosum*, causando redução de 100%, sendo assim, considerado nocivo e o único a se enquadrar na classe 4. Já Manzoni et al. (2006) e Stefanello Jr. et al. (2008) conferiram a esse produto a classe 3, ou seja, moderadamente nocivo, com uma redução no parasitismo de 95,59% e 95,64%, respectivamente. Em contrapartida, ambos os trabalhos utilizaram doses inferiores (2 e 1,5 L ha<sup>-1</sup>) à empregada neste estudo.

De acordo com o protocolo estabelecido pela IOBC, ainda devem ser realizados para os herbicidas considerados nocivos (classes 2, 3 e 4) estudos de persistência em laboratório, em semicampo (casa-de-vegetação) e campo, para proceder ao enquadramento de herbicidas e constatar sua real inocuidade, sendo esse trabalho a primeira fase dentro do processo de constatação da seletividade a inimigos naturais.

## Conclusões

Com base nos resultados obtidos, pode-se constatar que os herbicidas testados apresentam diferentes classes de seletividade à *T. pretiosum* em sua fase adulta, demonstrando que a ação de herbicidas pode ser nociva a inimigos naturais.

Classificaram-se os herbicidas Aminol 806, Alteza 30 SL, Aramo 200, Aurora, Basagran 600, Flumyzin 500, Gamit, Glifosato Atanor, Herbadox, Robust, Select 240 e Tordon como sendo inócuos (classe 1); Dual Gold, Fusilade 250 EW, Gramoxone 200, Roundup Original, Sencor 480 e Zapp Qi 620 como levemente nocivos (classe 2); Cobra, Gramocil, Naja, Poast e Podium EW como moderadamente nocivos (classe 3), e Finale como nocivo (classe 4) a adultos do parasitoide *T. pretiosum*.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor, à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelos recursos financeiros concedidos para a execução desta pesquisa.

## Referências

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

AUGUSTO, L.G.S. et al. **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde: parte 2. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012. 135 p.

BASTOS, C. S. et al. Selectivity of pesticides used on cotton (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared hosts. **Pest Management Science**, Sussex, v. 62, n. 1, p. 91-98, 2005.

BUENO, A. de F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1495-1503, 2008.

CARMO, E. L. do et al. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_pa\\_ge=22&](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_pa_ge=22&)>. Acesso: 3 jun. 2013.

GIOLO, F. P. et al. The side-effects of pesticides used in integrated production of peaches on adults of *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hym.: Trichogrammatidae). **Egg Parasitoid News**, Darmstadt, n. 17, p. 29, 2005a.

Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 49-56, 2013.

\_\_\_\_\_. Seletividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 457-462, 2005b.

HASSAN, S. A. et al. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. (Eds.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/WPRS, 2000. p. 107-119.

HASSAN, S.A.; ABDELGADER, H. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.:Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 24, n. 4, p. 71-81, 2001.

HUBER, R.; OTTO, S. Environmental behavior of bentazon herbicide. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 137, p. 111-134, 1994.

MACLACHLAN, D. **Pesticide risk profile for the grazing of pasture and/or cutting of hay and feeding to cattle and sheep**. Canberra City: AQUIS, 2010. 52 p.

MANZONI, C. G. et al. Seletividade de agrotóxicos recomendados na produção integrada da maçã a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hym.:Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 54-57, 2006.

MOURA, A. P. et al. Selectivity evaluation of insecticides used to control tomato pests to *Trichogramma pretiosum*. **BioControl**, Dordrecht, v. 51, n. 6, p. 769-778, 2006.

NAVA, D.E.; NACHITGAL, G. de F. Controle biológico no sul do Brasil. **GBio Revista de Controle Biológico**, Piracicaba, p. 15-18, 2010.

NÖRNBERG, S. D. et al. Seletividade de formulações de glyphosate aplicado nos estádios imaturos de *Trichogramma pretiosum*. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 611-617, 2008.

ORR, D.B. et al. Effect of insecticide applications in soybeans on *Trissolcus basal*

(Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 4, p. 1078-1084, 1989.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: \_\_\_\_.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 121-150.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H. O agronegócio e seus impactos na saúde dos trabalhadores e da população do estado de Mato Grosso. In: MINAYO-GOMEZ, M. et al. (Orgs.). **Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2011. p. 245-272.

RIZZARDI, M. A. et al. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos

patógenos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

STEFANELLO JÚNIOR, G. J. et al. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 343-351, 2008.

\_\_\_\_\_. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho aos estádios imaturos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 29, p. 1069-1077, 2011.

VOLL, E. et al. A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo. **Documentos 260**. Disponível em: [www.cnpso.embrapa.br/download/pdf/daninhas\\_doc\\_260.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/pdf/daninhas_doc_260.pdf). Acesso em: 23 abr. 2013.

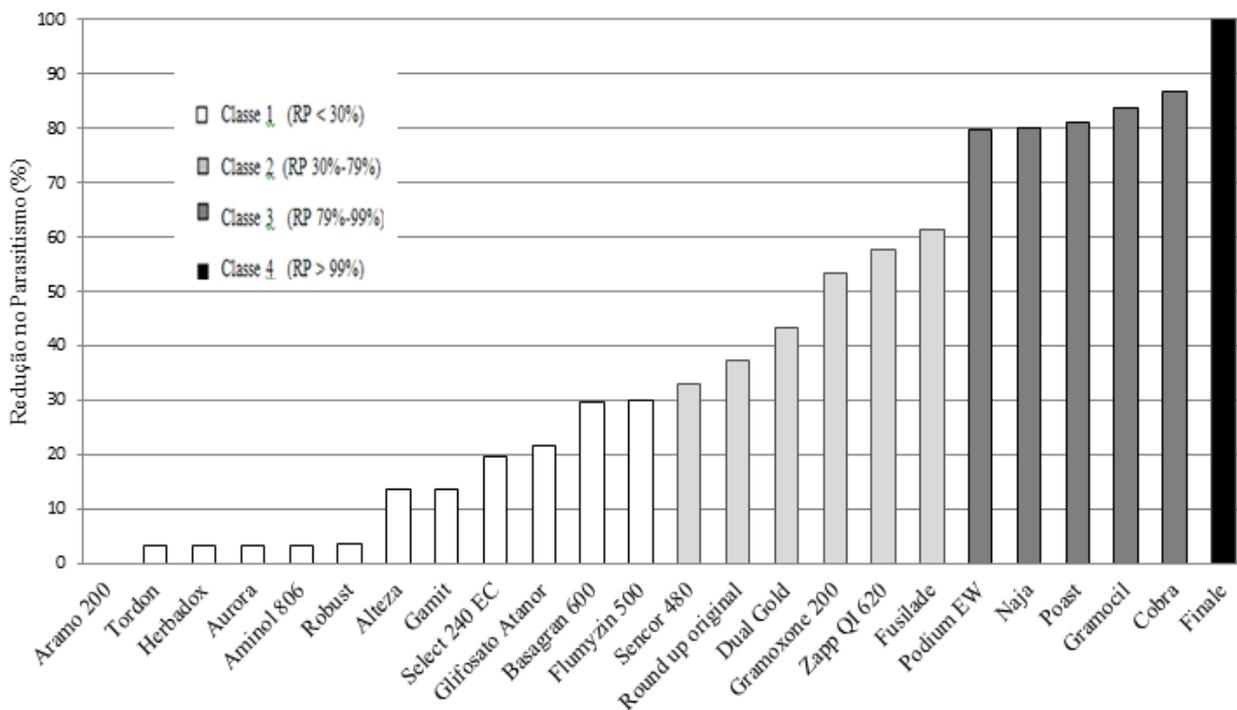


Figura 1 - Seletividade dos herbicidas à *Trichogramma pretiosum*, com base nos parâmetros da IOBC.

**Tabela 1 - Herbicidas avaliados nos testes de seletividade para adultos de *Trichogramma pretiosum* utilizando dosagem máxima do produto comercial registrado para a cultura da soja.**

Marca comercial	Princípio ativo	Grupo químico	D.C. <sup>1</sup>	C.i.a. <sup>2</sup>
Aminol 806	2,4 diclorofenoxiacético	Fenoxiacéticos	1,50	0,50
Alteza 30 SL	glifosato+imazetapir	Glicina subst. + Imidazolina	4,50	0,26+0,06
Aramo 200	tepraloxidim	Oxima ciclohexanodiona	1,00	0,050
Aurora	carfentrazone etílica	Triazolona	0,45	0,015
Basagran 600	bentazona	Benzotiadiazinona	1,20	0,36
Cobra	lactofen	Éter difenílico	0,75	0,090
Dual Gold	s - metacoloro	Cloroacetanilida	2,00	0,040
Finale	glufosinato	Homoalanina substituída	2,50	0,300
Flumyzin 500	flumioxazina	Ciclohexenodicarboximida	0,10	0,025
Fusilade 250 EW	fluazifope p- butílico	Á. Ariloxifenoxipropiônico*	1,00	0,250
Gamit	clomazona	Isoxazolidinona	2,00	0,500
Gramocil	diurom + dicloreto de paraquate	Uréia + Bipiridílio	2,00	0,20 + 0,10
Gramoxone 200	dicloreto de paraquate	Bipiridílio	3,00	0,300
Glifosato Atanor	glifosato	Glicina substituída	2,00	0,480
Herbadox	pendimetalina	Dinitroanilina	3,00	0,750
Naja	lactofen	Éter difenílico	0,70	0,084
Poast	setoxidim	Oxima ciclohexanodiona	1,25	0,110
Podium EW	fenoxaprop-p- etílico+cletodim	Á. arilofenoxipropionico + Oxima ciclohexanodiona*	1,00	0,02 + 0,025
Robust	fluazifope p- butílico+fomesafen	Á. arilofenoxipropiônico + Difenil éster*	1,00	0,10 + 0,12
Roundup Original	glifosato	Glicina substituída	5,00	0,90
Sencor 480	metribuzim	Triazinona	1,00	0,24
Select 240 EC	cletodim	Oxima ciclohexanodiona	0,45	0,05
Tordon	2,4 diclorofenoxiacético + picloran	Fenoxiacéticos + Á. piridinocarboxílico	4,00	0,48 + 0,12
Zapp Qi 620	glifosato	Glicina substituída	3,50	0,875

\*Á.= Ácido, <sup>1</sup>Dose de campo em Kg ou L.ha<sup>-1</sup>, <sup>2</sup> Concentração de ingrediente ativo

**Tabela 2 - Número médio de fêmeas por gaiola e efeito de herbicidas utilizados na cultura da soja sobre o número ( $\pm$ EP) de ovos parasitados por fêmeas, redução (%) na capacidade de parasitismo de adultos de *Trichogramma pretiosum* e classificação de toxicidade segundo IOBC em condições de laboratório.**

Produto comercial (ingrediente ativo)	D.C. <sup>1</sup>	C.i.a. <sup>2</sup>	Fêmeas por gaiolas <sup>3</sup>	Ovos parasitados por fêmea <sup>3</sup>	RP <sup>4</sup>	C <sub>5</sub>
<b>Bioensaio I</b>						
Água destilada (testemunha negativa)	-	-	166,02 $\pm$ 8,81 ab	25,64 $\pm$ 0,91 a	-	-
Glifosato Atanor (glifosato)	2,00	0,480	178,06 $\pm$ 10,58 ab	20,11 $\pm$ 3,50 a	21,57	1
Aurora (carfetrazona- etilica)	0,45	0,015	175,21 $\pm$ 7,37 ab	24,78 $\pm$ 1,59 a	3,35	1
Gamit (clomazona)	2,00	0,500	166,13 $\pm$ 8,93 ab	22,13 $\pm$ 4,99 a	13,69	1
Select 240 EC (cletodim)	0,45	0,054	200,29 $\pm$ 6,33 a	20,63 $\pm$ 2,99 a	19,54	1
Lannate BR (metomil) <sup>6</sup>	1,00	0,107	145,12 $\pm$ 7,70 b	0,00 $\pm$ 0,00 b	100,0	4
<b>Bioensaio II</b>						
Água destilada (testemunha negativa)	-	-	187,67 $\pm$ 13,47 a	20,77 $\pm$ 2,05 a	-	-
Aminol 806 (2,4 d)	1,500	0,5025	198,62 $\pm$ 26,93 a	20,06 $\pm$ 4,26 a	3,39	1
Flumyazin 500 (flumioxazina)	0,100	0,0250	211,02 $\pm$ 20,22 a	14,54 $\pm$ 0,82 a	29,96	1
Robust (fluazifope-p- butílico + fomesafen)	1,000	0,1000 + 0,1250	209,20 $\pm$ 25,73 a	20,04 $\pm$ 3,24 a	3,47	1
Tordon (2,4 d + picloran)	4,000	0,4800 + 0,1280	199,13 $\pm$ 7,51 a	20,11 $\pm$ 1,26 a	3,17	1
Lannate BR (metomil) <sup>6</sup>	1,000	0,1075	180,78 $\pm$ 8,28 a	0,00 $\pm$ 0,00 b	100,00	4
<b>Bioensaio V</b>						
Água destilada (testemunha negativa)	-	-	180,50 $\pm$ 20,12 a	23,02 $\pm$ 2,98 a	-	-
Cobra (lactofen)	0,75	0,0900	170,69 $\pm$ 8,35 a	3,02 $\pm$ 1,12 bc	86,88	3
Finale (glufosinato)	2,50	0,025	110,91 $\pm$ 8,07 a	0,00 $\pm$ 0,00 c	100,00	4
Podium EW (cletodim + fenoxaprop-p-etilico)	1,00	0,0250 + 0,0250	126,15 $\pm$ 27,95 a	4,68 $\pm$ 1,33 bc	79,67	3
Sencor 480 (metribuzim)	1,00	0,2400	119,45 $\pm$ 32,57 a	15,45 $\pm$ 2,36 b	32,88	2
Lannate BR (metomil) <sup>6</sup>	1,000	0,1075	125,44 $\pm$ 12,44 a	0,00 $\pm$ 0,00 c	100,00	4
<b>Bioensaio VI</b>						
Água destilada (testemunha negativa)	-	-	182,60 $\pm$ 4,91 a	20,32 $\pm$ 1,80 a	-	-
Aramo 200 (tepraloxidim)	1,00	0,5025	173,43 $\pm$ 3,55 a	21,12 $\pm$ 1,16 a	0,00	1
Herbadox (pendimetalina)	3,00	0,7500	201,73 $\pm$ 11,13 a	19,64 $\pm$ 1,92 a	3,35	1
Naja (lactofen)	0,70	0,0840	182,77 $\pm$ 9,82 a	4,04 $\pm$ 0,81 c	80,12	3
Roundup Original (glifosato)	5,00	0,9000	195,78 $\pm$ 7,50 a	12,76 $\pm$ 1,46 b	37,20	2
Lannate BR (metomil) <sup>6</sup>	1,00	0,1075	189,31 $\pm$ 17,19 a	0,00 $\pm$ 0,00 c	100,0	4

<sup>1</sup>Dosagem do produto comercial (kg ou L.ha<sup>-1</sup>), registrado no MAPA, para a cultura da soja; <sup>2</sup>Concentração (%) de ingrediente ativo na calda utilizada para os bioensaios; <sup>3</sup>Médias seguidas por letras idênticas não diferem significativamente (p>0,05) pelo teste de Tukey; <sup>4</sup>Percentual de redução no parasitismo; <sup>5</sup>Classes da IOBC, 1-Inócuo(<30%), 2-Levemente nocivo(30-79%), 3-Moderadamente nocivo(80-99%), 4-Nocivo(>99%); <sup>6</sup>Inseticida nocivo pela metodologia da IOBC.

# Efeito da supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos na qualidade de sementes de arroz irrigado<sup>1</sup>

Hélen Claudine Saliba Rodrigues<sup>2</sup>, Carlos André Bahry<sup>3</sup>, Caroline Borges Bevilacqua<sup>4</sup>, Eduardo Venske<sup>3</sup>, Paulo Djalma Zimmer<sup>5</sup>, Paulo Ricardo Reis Fagundes<sup>6</sup>

**Resumo** - A pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da supressão da irrigação por inundação em diferentes estádios reprodutivos na qualidade das sementes de arroz das cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e BRS 7 Taim. A supressão da irrigação foi realizada em quatro estádios reprodutivos distintos: exerceção da panícula (R3), grão leitoso (R6), grão pastoso (R7) e maturidade completa (R9). A qualidade das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, frio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e sanidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as condições edafoclimáticas em que foi realizado o experimento, não se verificou o efeito da supressão da irrigação na qualidade de sementes das cultivares de arroz irrigado BRS Atalanta, BRS Querência e BRS Taim. As condições climáticas contribuíram para a manutenção da lâmina de água na lavoura até próximo à colheita.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*. Lavoura. Precipitação pluvial.

## Effect of irrigation suppression in different growth stages on seed quality of irrigated rice

**Abstract** - The study aimed to evaluate the effect of irrigation suppression by flood in different reproductive stages on rice seed quality of the cultivars BRS Atalanta, Querencia BRS and BRS 7 Taim. The irrigation suppression was performed in different reproductive stages: exertion panicle (R3), milk grain (R6), grain pasty (R7) and full maturity (R9). The seed quality was evaluated by germination test, cold test, accelerated aging, electrical conductivity and health seeds. The experimental design was completely randomized with five replications. The data were submitted to variance analysis. The means were compared by Tukey test at 5% probability. In the climatic conditions in which was conducted the experiment, it was not possible to check the effect of irrigation suppression on seed quality of the rice cultivars BRS Atalanta, BRS Querencia and BRS Taim. The climatic conditions contributed to the maintenance of water blade in rice crop until close to harvest.

**Key words:** *Oriza sativa*. Crop. Pluvial precipitation.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 11/06/2013 e aprovado para publicação em 28/07/2014. Extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>2</sup> Bióloga, MSc., Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Bolsista CAPES. Campus Universitário s/n, Caixa Postal 354, CEP: 96010900, Pelotas, RS. E-mail: helensaliba@gmail.com.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, MSc., Doutorando em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário s/n, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS.

<sup>4</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup>, Pós-doutoranda, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, 96001970, Pelotas, RS.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário s/n, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. E-mail: djzimmer@ufpel.edu.br.

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Doutor em Fitomelhoramento, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, 96001970, Pelotas, RS.

## Introdução

A lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) utiliza, dependendo das condições de solo, período de inundação e altura da lâmina de água entre 8 e 10 mil metros cúbicos de água por ciclo da cultura (REUNIÃO..., 2010). Embora a presença de lâmina de água seja importante durante todo o ciclo da cultura, as plantas de arroz apresentam fases em que a água é necessária em maior quantidade. Assim, pode-se considerar a necessidade de água de irrigação no estágio de perfilhamento; necessidade máxima na diferenciação da panícula e emborrachamento; necessidade mínima na floração e enchimento de grãos (PETRINI et al., 2011).

Uma vez que a cultura do arroz irrigado demanda por grande consumo de água no processo produtivo, é oportuno identificar quais estádios de desenvolvimento da cultura do arroz possuem maior dependência hídrica. Visando definir uma estratégia de economia e otimização da água utilizada nas fases em que o fornecimento de água tem pouco impacto na produção, pode-se reduzir a lâmina aplicada, gerando economia sem comprometer a produção e a qualidade de sementes (MIORINI; SAAD e MENEGALE, 2011). Devido a isso, pesquisas desenvolvidas por instituições como Embrapa e Iriga buscam encontrar um manejo alternativo ao atual, referente à forma como se utiliza a água nas lavouras sob o sistema por inundação. Assim, surgiu como ferramenta de estudo da supressão da irrigação, visando à economia de água, sem comprometer, no entanto, a produtividade da lavoura e a qualidade das sementes dos campos de produção (GOMES et al., 2008). Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos na qualidade das sementes de arroz das cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e BRS 7 Taim.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2009/2010, em solo classificado como Planossolo Háplico, no Campo Experimental da Estação de Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão. As sementes das cultivares BRS Atalanta (superprecoce), BRS Querência (precoce) e BRS 7 Taim (médio) foram semeadas no dia 15 de dezembro de 2009, na região orizícola apta para cultivo de arroz irrigado sob o sistema de inundação. Neste trabalho, as cultivares foram cultivadas individualmente e o manejo da cultura, incluindo

adubação, controle de pragas, de plantas daninhas e de doenças, seguiu as recomendações da pesquisa para o cultivo do arroz irrigado na região sul do Rio Grande do Sul (CONGRESSO..., 2007). O início da irrigação foi realizado quando as cultivares de arroz encontravam-se em V4 (quatro folhas verdadeiras), mantendo-se, a partir dessa fase, uma lâmina de água de aproximadamente 10 centímetros até a supressão da irrigação. A supressão foi realizada nos estádios reprodutivos de exerceção da panícula (R3), grão leitoso (R6), grão pastoso (R7) e maturidade completa (R9). A colheita das sementes de cada cultivar foi realizada após 10 dias da supressão da irrigação do último estádio (R9). As sementes foram beneficiadas, secas e depois armazenadas em câmara fria e seca (T 16 °C e 50% UR) por um período de três meses. As sementes foram submetidas à análise de qualidade, através dos testes realizados no Laboratório Didático de Sementes Flávio Rocha da UFPel.

Teste de Germinação: foram semeadas cinco repetições de 50 sementes em papel germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco e após acondicionadas a 25 °C por 14 dias. As contagens foram realizadas aos 5 e aos 14 dias e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

Teste de Frio: foram semeadas cinco repetições de 50 sementes em papel germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. As sementes foram acondicionadas por 7 dias a 10 °C e após transferidas para a câmara de germinação a 25°C, permanecendo por mais 10 dias. A contagem foi realizada no 10º dia e os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Envelhecimento acelerado: inicialmente as sementes foram distribuídas sobre uma tela de alumínio, suspensa no interior de caixas gerbox, funcionando como compartimento individual, contendo 40 mL de água destilada, e mantidas a 42 °C por 96 horas. Após, as sementes foram semeadas seguindo o padrão indicado no teste de germinação. A contagem foi realizada aos 10 dias da semeadura, considerando percentagem de plântulas normais.

Condutividade elétrica: as sementes foram colocadas em copos plásticos de 200 mL, contendo 75 mL de água deionizada, mantidas a 20 °C por 24 horas. Após, realizou-se a leitura da condutividade elétrica da solução com condutivímetro digital. Os resultados foram expressos em microsiemens por centímetro ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ ).

Sanidade: utilizou-se o método de papel filtro *Blotter test*, segundo as RAS (BRASIL, 2009). A semeadura foi realizada em caixas gerbox

esterilizadas, sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada. As sementes foram distribuídas uniformemente sobre o substrato, em cinco subamostras representadas pelas caixas gerbox, contendo 25 sementes cada caixa. Após a semeadura, as caixas gerbox foram distribuídas aleatoriamente na câmara de incubação, com temperatura de  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mantidas por 7 dias em regime alternado de 12 h de luz e 12 h de escuro. A incidência de fungos foi avaliada em cada semente, registrando-se todos os fungos encontrados, sendo a identificação realizada por meio de microscópio estereoscópico.

Procedimento estatístico: o delineamento experimental utilizado em área de várzea foi em blocos ao acaso e para realização dos testes em laboratório foi inteiramente casualizado. Os dados dos testes de qualidade foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados expressos em porcentagem foram transformados utilizando a fórmula de arco seno =  $\text{Sen } \sqrt{X/100}$  e os dados de sanidade foram submetidos à transformação  $\sqrt{x+1/2}$ .

## Resultados e Discussão

Os resultados do teste de germinação (Tabela 1) mostraram que não houve diferença significativa entre os diferentes estádios em que foi realizada a supressão da irrigação na cultivar BRS Atalanta. Observou-se que a germinação da cultivar BRS Atalanta permaneceu dentro do padrão mínimo exigido para comercialização como semente.

Para a cultivar BRS Querência, os estádios R3 e R6, em que foi suprimida a irrigação, apresentaram a maior porcentagem de germinação quando comparados aos estádios R7 e R9. O contrário foi observado na cultivar BRS 7 Taim, a qual apresentou maior germinação no estádio R9, diferindo de R3 e R6. A germinação média obtida nessa cultivar ficou abaixo do padrão exigido para comercialização como semente, que é de no mínimo 80%, em todos os estádios em que houve supressão da irrigação. Segundo trabalho desenvolvido por Stone; Libardi e Reichardt (1986), o arroz apresentou sensibilidade à falta de água no período compreendido entre o início da floração à fase leitosa dos grãos, sendo que a partir dessa última, a água mostrou-se menos importante para o potencial produtivo do arroz.

Considerando o exposto, não se podem relacionar os resultados inferiores de germinação nas cultivares BRS Querência, em dois estádios fenológicos (R7 e

R9) e BRS 7 Taim, em todos os estádios, ao fator supressão da irrigação. Soma-se a isso o fato de que a safra em que foi conduzido o experimento apresentou chuvas regulares, tanto em volume quanto em dias no mês de janeiro, e bem acima da média no mês de fevereiro, em que mesmo com a supressão da irrigação as condições climáticas não possibilitaram que o solo apresentasse drenagem completa em momento algum.

O teste de frio foi sensível ao estratificar os tratamentos nas três cultivares testadas. Na BRS Atalanta, o estádio R6 foi o que apresentou menor vigor, diferenciando-se estatisticamente de R9. Em relação à cultivar BRS Querência, observou-se resultado contrário à germinação, sendo o estádio R9 o que apresentou maior vigor quando comparado a R3, não diferindo, porém, de R6 e R7. Na BRS 7 Taim, observou-se maior vigor no estádio que recebeu supressão hídrica em R7, seguido de R3 e R9, que não diferiu estatisticamente de R3 e R6. Esse resultado ficou em desacordo ao observado no teste de germinação, em que R9 foi superior (Tabela 2), apresentando no teste de frio baixo vigor. Os resultados entre as cultivares foram variados; no entanto, acredita-se que a supressão não foi a responsável pela queda no vigor das sementes.

O teste de envelhecimento acelerado para a cultivar BRS Atalanta apresentou comportamento semelhante ao verificado no teste de germinação, não havendo diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Em valores percentuais, os resultados obtidos nesse teste foram muito semelhantes aos observados no teste de frio. Já para BRS Querência, o teste de envelhecimento acelerado apresentou valores percentuais bem abaixo quando comparados ao teste de frio para os mesmos tratamentos, com exceção do R7, que foi superior e muito próximo em valores ao teste de germinação.

Na cultivar BRS 7 Taim, os valores percentuais também apresentaram-se baixos quando comparados ao teste de frio. No entanto, apenas o tratamento R6 diferiu dos demais, apresentando vigor inferior (Tabela 1). Segundo os dados desta pesquisa, ratifica-se o fato da supressão não ter interferido no vigor e germinação das sementes, pois na cultivar BRS Atalanta, por exemplo, não houve diferença significativa entre os tratamentos no teste de germinação e envelhecimento acelerado. Esses resultados estão de acordo com os observados por Gomes e Magalhães Júnior (2004). Os mesmos relataram que a supressão da irrigação na lavoura de arroz após a floração pode proporcionar resultados semelhantes àqueles obtidos quando se mantêm a lâmina de água até próximo à colheita. Esses mesmos autores ressaltam que no momento da

supressão da irrigação devem-se levar em consideração alguns aspectos, como a lâmina de água existente, a capacidade de retenção de água do solo, sua drenagem interna e as condições climáticas, uma vez que o período compreendido entre a floração e a maturidade fisiológica responde pelo acúmulo de cerca de 70% da matéria seca da planta de arroz.

O teste de condutividade elétrica, independente do período avaliado, não foi sensível para estratificar os diferentes estádios reprodutivos submetidos à supressão da irrigação na cultivar BRS Atalanta (Tabela 2). Esses resultados estão em conformidade com os observados nos testes de germinação e envelhecimento acelerado para essa mesma cultivar (Tabela 2). Segundo Marcos Filho (1998) e Vieira e Carvalho (1994), o teste de condutividade é uma ferramenta importante para estimar o maior ou menor vigor de uma semente, através da exsudação de seus lixiviados.

Em relação à cultivar BRS Querência, houve diferença significativa entre os estádios dentro de cada período de avaliação. No período de 1 hora, os estádios R3 e R9 apresentaram maior lixiviação de exsudados, indicando maior deterioração das membranas, não diferindo esse último dos demais tratamentos. Observou-se que R3 apresentou resultados inferiores nos testes de frio e envelhecimento acelerado (Tabela 1), corroborando com os valores obtidos no teste de condutividade elétrica (Tabela 2). No entanto, R3 juntamente com R6 foram os que apresentaram maior germinação, sendo que R6 também apresentou resultado semelhante a R3 no teste de envelhecimento acelerado, não corroborado pelo teste de condutividade elétrica nos período de 1 hora.

No período de 3 horas, novamente R3 apresentou maior lixiviação em relação aos demais tratamentos, tendo apresentado o estádio R7 a menor lixiviação. Em 24 horas, R3, R6 e R9 apresentaram maior exsudação, não diferindo estatisticamente entre si, tendo R7 apresentado a menor lixiviação quando comparado a R3 (tabela 2).

Na cultivar BRS 7 Taim também se verificou diferença significativa no período de 1 hora, em que R7 apresentou maior lixiviação quando comparado a R6, não diferindo ambos em relação aos demais (Tabela 2). Situação similar foi observada no período de 3 horas, em que R6 apresentou a menor lixiviação, bem como em 24 horas, não diferindo nesse caso em relação ao estádio reprodutivo que recebeu a supressão da irrigação em R9.

O teste de sanidade identificou a presença de fungos de campo (*Fusarium* sp. e *Bipolaris* sp.) e de armazenamento (*Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.)

nas sementes de arroz (Tabela 4). A identificação desses fungos, apesar das baixas incidências, de uma forma geral, pode estar relacionada à temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar acima da média verificada durante a fase reprodutiva da cultura nos meses de janeiro e fevereiro (Tabela 3). Essas condições verificadas na fase reprodutiva da cultura predisõem o desenvolvimento de fungos, tanto de campo, como de armazenamento e também quando as condições de beneficiamento, secagem e armazenamento não são devidamente adequadas.

Segundo Wetzel (1987), os fungos de armazenamento *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. se desenvolvem principalmente nas sementes expostas às condições de alta umidade e temperatura durante a sua permanência em campo após a maturidade fisiológica. Também Lazzari (1997) constatou que a alta umidade relativa do ar favoreceu a incidência de *Fusarium* sp., provocando elevados danos em sementes de milho.

Na cultivar BRS Atalanta, não houve diferença significativa entre os estádios reprodutivos que receberam supressão da irrigação para nenhum dos fungos identificados. Houve baixa incidência desses, com uma presença maior do fungo de armazenamento *Penicillium* sp., que apresentou incidência de 15,25% (Tabela 4). Os demais fungos não atingiram 9%. Considerando os resultados obtidos nos demais testes realizados, a incidência de fungos possivelmente não influenciou na qualidade das sementes dessa cultivar.

A cultivar BRS Querência apresentou níveis de infestação de fungos semelhantes aos observados na cultivar BRS Atalanta, com um pequeno incremento na incidência comparado a essa última. Exceção foi *Penicillium* sp., que apresentou uma incidência bem significativa, infestando 31% das sementes da cultivar BRS Querência. Apesar da baixa incidência, houve diferença significativa entre os tratamentos para o fungo *Bipolaris* sp. apenas, sendo que em R9 não se observou a presença do fungo nas sementes, comparado aos demais estádios, apesar desse ter diferido significativamente apenas em relação a R6. Ao se observar a Tabela 4, o estádio R7, apesar de não ter diferido significativamente dos demais, apresentou uma incidência de 50%, ou seja, superior aos demais tratamentos.

No entanto, comparativamente aos outros testes realizados, não se pode atribuir a incidência percentual à redução da viabilidade e vigor, pois os resultados divergem como, por exemplo, no teste de condutividade elétrica (Tabela 2), em que R7 apresentou os menores valores de lixiviação de exsudados e também foi superior aos demais no teste de envelhecimento acelerado e não diferindo em

relação ao teste de frio (Tabela 1). Em relação a cultivar BRS 7 Taim (Tabela 4), a incidência de fungos também foi semelhante à observada nas outras duas cultivares, com exceção de *Fusarium* sp., em que o valor foi um pouco superior e *Penicillium* sp., quando comparado à cultivar BRS Querência, apresentou um valor percentual de 16,25%. Observou-se diferença significativa apenas em relação à *Fusarium* sp., em que R7 apresentou uma incidência superior aos demais, que não diferiram significativamente entre si. Apesar da incidência de 40% em R7, essa provavelmente não afetou a qualidade das sementes, pois esse estádio apresentou-se superior na maior parte dos testes realizados (Tabela 1), exceto o de condutividade elétrica, porém, não se pode atribuir a maior exsudação à presença do fungo, pois R3, que não apresentou esse fungo, obteve resultados semelhantes a R7 no mesmo teste (Tabela 2).

De maneira geral, não se pode atribuir o efeito da supressão da irrigação, bem como a incidência de fungos aos valores verificados na qualidade fisiológica das sementes. O que se pode deduzir é que, em anos com precipitação pluvial acima da média durante esses estádios reprodutivos, a supressão da irrigação tem pouco efeito na qualidade das sementes, por não acarretar real falta de água às plantas. Porém, o excesso de chuva em determinada fase em que se encontra a cultura pode comprometer a qualidade fisiológica das sementes, o que pode ter ocorrido com a cultivar BRS 7 Taim. Nisso, o ciclo da cultivar torna-se importante.

A cultivar BRS 7 Taim apresentou um ciclo de 20 dias a mais que a cultivar BRS Atalanta e esse fator, em condições adversas de clima, pode comprometer a qualidade das sementes no campo, em função da sua maior permanência e exposição aos fatores bióticos e abióticos. Logo, o uso correto das recomendações técnicas da cultura para a região, como época de semeadura, ciclo da cultivar, previsão climática para a safra em questão, são indispensáveis antes da instalação da lavoura para evitar prejuízos.

## Conclusões

Para as condições edafoclimáticas em que foi realizado o experimento, não se verificou o efeito da supressão antecipada da irrigação na qualidade de sementes das cultivares de arroz irrigado BRS Atalanta, BRS Querência e BRS Taim.

As condições climáticas contribuíram para a manutenção da lâmina de água na lavoura até próximo à colheita.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas ; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2007. 154 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Boletim agroclimatológico**. Pelotas: EMBRAPA/UFPEL/INMET, 2010.

GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 417-455.

GOMES A. S. et al. **A água: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 44 p. (Documentos, 250).

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba: Editora do Autor, 1997.140 p.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da Qualidade de Sementes de Soja. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" (Org.). **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p. 206-243.

MIORINI, J. J.; SAAD, J. C. C.; MENEGALE, M. L. Supressão de água em diferentes fases fitológicas do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Irriga**, Botacutu, v. 16, n. 4, p. 360-368, 2011.

PETRINI, J. A. et al. Aplicação de práticas de manejo em arroz irrigado com redução de custos em insumos agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2011, Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: SOSBAI, 2011. v. 1, p. 783-785.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2010, 188p.

STONE, L. F.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K. Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 117-125, 1986.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994.

WETZEL, M. M. V. S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 260-275

**Tabela 1 - Dados médios dos testes de germinação (G%), teste de frio (TF%) e envelhecimento acelerado (EA%), de três cultivares de arroz submetido à supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos.**

Estádios	BRS Atalanta			BRS Querência			BRS 7 Taim		
	G	TF	EA	G	TF	EA	G	TF	EA
R3	88a*	73ab	72a	83a	60b	49c	67b	61ab	49a
R6	87a	70b	70a	82a	67a	48c	67b	53c	43b
R7	86a	72ab	73a	78b	64ab	73a	71ab	62a	51a
R9	88a	76a	72a	77b	68a	56b	74a	55bc	52a
CV (%)	3,9			5,2			5,6		

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2 - Dados médios do teste de condutividade elétrica (CE), expresso em  $\mu\text{Scm}^{-1}$ , realizado em três tempos distintos, 1, 3 e 24 horas nas sementes de três cultivares de arroz submetidas à supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos.**

Tempo (h)	Estádios	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim
		CE		
01	R3	9,24a*	12,08a	12,67ab
	R6	10,32 <sup>a</sup>	9,38b	11,92b
	R7	10,33 <sup>a</sup>	9,23b	14,25a
	R9	9,79 <sup>a</sup>	10,65ab	12,69ab
	CV (%)	10,9		
03	R3	12,64 <sup>a</sup>	18,21a	19,79a
	R6	13,70 <sup>a</sup>	16,36b	17,58b
	R7	13,87 <sup>a</sup>	14,49c	21,21a
	R9	13,94 <sup>a</sup>	16,26b	19,82a
	CV (%)	8,2		
24	R3	22,91 a	29,57 a	36,81a
	R6	23,22 a	27,38 ab	32,76b
	R7	22,88 a	26,34 b	36,85a
	R9	21,71 a	28,40 ab	34,01b
	CV (%)	6,9		

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada tempo (h), não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3 - Dados médios da temperatura média (°C), precipitação pluviométrica (mm), dias de precipitação e umidade relativa do ar (%), nos meses de janeiro e fevereiro de 2010 e média histórica para os meses em questão na região do experimento.**

Variáveis	Janeiro		Fevereiro	
	mês	média histórica	mês	média histórica
Temperatura média	23,9	23,2	24,6	23,0
Precipitação pluviométrica	114,0	119,1	245,1	153,3
Dias de precipitação	12	11,7	13,0	11,5
Umidade Relativa	79,9	77,4	83,9	79,9

\*Fonte: Boletim agroclimatológico da EMBRAPA/UFPEL/INMET. Pelotas, 2010.

**Tabela 4- Dados médios da percentagem dos gêneros de fungos de campo e de armazenamento identificados através do teste de sanidade nas sementes de três cultivares de arroz submetido à supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos.**

Fungos campo		<i>Fusarium</i> sp.			<i>Bipolaris</i> sp.		
Estádios	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim	
R3	13a*	6a	0b	2a	2ab	2a	
R6	15a	5a	5b	2a	9a	0a	
R7	3a	7a	40a	2a	3ab	3a	
R9	4a	20a	9b	2a	0b	2a	
CV (%)	45,6			45,1			
Fungos Armaz.		<i>Aspergillus</i> sp.			<i>Penicillium</i> sp.		
Estádios	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim	
R3	5a	11a	0a	16a	22a	0a	
R6	13a	10a	12a	17a	38a	42a	
R7	7a	11a	14a	10a	50a	16a	
R9	8a	11a	13a	18a	14a	7a	
CV (%)	27,0			49,6			

\*Médias seguidas pela mesma letra para cada gênero de fungo na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

# Produção de mudas de tomateiro por estaquia sobre o efeito de diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico<sup>1</sup>

André Ricardo Zeist<sup>2</sup>, Gentil Felix da Silva Neto<sup>3</sup>, Clevison Luiz Giacobbo<sup>4</sup>, Cleber Maus

Alberto<sup>5</sup>, Fernando Shimitdke<sup>2</sup>

**Resumo** - As mudas de tomateiro obtidas por propagação vegetativa possuem as mesmas características genéticas da planta matriz. Fatores internos, como o balanço hormonal e o potencial genético, além de fatores externos, influenciam no enraizamento de estacas. O objetivo deste trabalho foi determinar o melhor tipo de substrato e concentração de Ácido Indolbutirico (AIB) na estaquia de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup>. Para a produção de mudas o delineamento utilizado foi em bifatorial 4 x 3, sendo comparadas quatro concentrações de AIB (0; 1000; 2000 e 3000 mg.L<sup>-1</sup>) e três substratos (areia lavada, casca de arroz semicarbonizada e substrato comercial Turfa Fértil<sup>®</sup>). Após 28 dias, foram retiradas as estacas e realizadas as avaliações. Com base nos resultados obtidos no trabalho, é possível considerar que a estaquia é um método adequado para a propagação de tomateiro. Não existindo necessidade da aplicação de AIB exógeno para o enraizamento de estacas de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup>, sendo o substrato comercial (Turfa Fértil<sup>®</sup>) e casca de arroz semicarbonizada viáveis para o enraizamento das estacas.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*. Olericultura. Propagação vegetativa.

## Tomato seedlings production by cutting according to the substrate and indolbutiric acid concentration

**Abstract** - The tomato seedlings obtained by vegetative propagation have the same genetic characteristics of the plant. Internal factors such as hormonal balance and genetic potential, in addition to external factors, influence on rooting. The aim of this study was to determine the best type of substrate and IBA concentration effect on rooting of tomato cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup>. For the seedlings production IBA concentrations were compared (0, 1000, 2000 and 3000 mg L<sup>-1</sup>) and tested as substrates: sand washed, carbonized rice hulls and commercial substrate (Turfa Fértil<sup>®</sup>). After 28 days the seedlings were taken and evaluated. Based on the results of this work, it is possible to consider that cutting is a suitable method for the propagation of tomato. There is no need for exogenous application of IBA to the rooting of tomato Santa Cruz Kada<sup>®</sup>, being the commercial substrate (Turfa Fértil<sup>®</sup>) and carbonized rice hulls viable for rooting.

**Key words:** *Solanum lycopersicum*. Vegetable. Vegetative propagation.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 11/06/2013 e aceito para publicação em 12/06/2014.

<sup>2</sup>Eng°. Agr°. Mestrando do programa de pós-graduação em Agronomia, Produção Vegetal. Campus Cedeteg, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, 85040-080, Guarapuava – PR, Brasil. E-mail: andre.zeist@bol.com.br

<sup>3</sup>Estudante de Agronomia. Campus Itaquí, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Itaquí-RS, Brasil. E-mail: neto.gentilfelix@hotmail.com; fernandoo\_s@hotmail.com

<sup>4</sup>Eng. Agr. Prof. Dr. Curso de Agronomia. Campus Chapecó, Universidade Federal da Fronteira sul – UFFS, Chapecó – SC. E-mail: giacobbo@unipampa.edu.br

<sup>5</sup>Eng. Agr. Prof. Dr. Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus Itaquí, Itaquí-RS, Brasil, R. Luiz Joaquim de Sá Brito, s/n. 97650-000, Itaquí-RS. E-mail: cleberalberto@unipampa.edu.br

## Introdução

O agronegócio de hortaliças no Brasil participa com o valor da produção em torno de R\$ 10 bilhões, em uma área plantada de 780 mil hectares, produção de 17,5 milhões de toneladas e resultando em 4 milhões de empregos diretos. As principais hortaliças cultivadas no Brasil são: tomate, cebola, cenoura, batata, alho, batata doce, melão e melancia e com 75% da produção concentrada nas regiões Sul e Sudeste (MATOS, 2010).

O tomateiro *Solanum lycopersicum* cultivado comercialmente, é originário da faixa costeira Andina, a oeste da América do Sul, onde hoje estão Chile, Peru e Equador, tendo sido domesticado no México e introduzido no Brasil pelos imigrantes italianos e japoneses (FONTES e FONTES, 2002). Segundo a Food and Agricultural Organization (FAO, 2012) o Brasil, ocupa o nono lugar no *ranking* da produção mundial de tomateiro, com uma produção de pouco mais de quatro milhões de toneladas, plantadas em uma área de 67 mil hectares e uma produtividade em torno de 61 mil toneladas por hectare.

Variedades de tomateiro melhoradas geneticamente encarecem o processo produtivo, pois o tomateiro é comumente propagado por sementes e estas são muito caras em função da tecnologia genética que vem se empregando na sua obtenção. Além disso, as mudas obtidas por propagação vegetativa irão possuir na geração seguinte as mesmas características genéticas da planta matriz, bem como apresentando desenvolvimento superior em relação àquelas produzidas sexualmente (CHENG e CHU, 2002; FERNANDES et al., 2004).

Os fatores que influenciam o enraizamento de estacas são bastante variáveis e sua atuação pode se dar de maneira isolada ou por interação com os demais (TREVISAN et al., 2008). Fatores internos, como o balanço hormonal e o potencial genético, além de fatores externos, influenciam no enraizamento de estacas (VILLA et al., 2003).

Segundo Trevisan et al. (2008), uma das formas de aplicação exógena de auxina, com intuito de possibilitar aumento da capacidade de enraizamento de estacas de espécies de difícil enraizamento, é a utilização do ácido indolbutírico (AIB), auxina sintética mais comumente utilizada na indução do enraizamento adventício (VILLA et al., 2003).

De acordo com Melo; Bortolozzo e Vargas (2006), o substrato serve como suporte onde as plantas fixarão suas raízes e ao mesmo tempo vão reter o líquido que disponibilizará os nutrientes às plantas. Ele pode ser formado de solo mineral ou orgânico, de um só ou de diversos materiais em mistura (SOUZA; CARNIEL e FOCESATO, 2006). O uso de um substrato mais adequado para enraizamento de estacas pode proporcionar um maior enraizamento, melhor distribuição e amoldamento das raízes (KLEIN; COHEN e HEBBE, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a técnica de estaquia do tomateiro cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup>, através de diferentes substratos e concentração de AIB.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação tipo capela, na área experimental do curso de Agronomia, Campus Itaquí, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, no município de Itaquí, RS. A localização aproximada é de latitude 29° 09' S, longitude 56° 33' O e altitude de 82 metros. O município está localizado no oeste do Rio Grande do Sul e apresenta clima Cfa, segundo a classificação climática de Köppen, que significa subtropical com verões quentes e sem estação seca definida (WREGE et al., 2011).

Para a obtenção das plantas matrizes foi realizada a semeadura do tomateiro cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup> no mês de Agosto de 2011 em bandejas de poliestireno expandido (isopor<sup>®</sup>) de 200 células, contendo substrato comercial (Turfa Fértil<sup>®</sup>) e cultivado por meio de sistema hidropônico. Aos trinta dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para recipientes plásticos de 8 L contendo uma mistura de solo + casca de arroz semicarbonizada (2:1, v/v).

Aos 45 dias após o transplante, foram retiradas as estacas, oriundas das brotações de diferentes partes das plantas matrizes. Após a segmentação, foram removidas as folhas e padronizado três gemas por estaca. Com o auxílio de um canivete, foram feitas duas lesões superficiais na base das estacas. Posteriormente, as bases das mesmas foram imersas em um Becker por 10 segundos em solução de AIB, e colocadas para enraizar em bandejas de poliestireno expandido (isopor<sup>®</sup>) de 200 células, ocupando-se células alternadas.

Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 4x3 (AIB x substratos), sendo AIB 0,

1000, 2000 e 3000 mg L<sup>-1</sup> e substratos areia lavada, casca de arroz semicarbonizada e substrato comercial (Turfa fértil<sup>®</sup>), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e 6 estacas por parcela, totalizando 216 estacas. O AIB foi diluído em álcool, conforme o descrito por Fachinello et al. (2005).

Após, as bandejas de poliestireno expandido (isopor<sup>®</sup>) contendo o material propagativo, foram acondicionadas em ambiente protegido, dentro de câmara úmida tipo *floating* instalada sobre uma bancada dentro da casa de vegetação tipo capela, possibilitando com isso manter a umidade relativa próxima a 90% e evitando a desidratação das estacas. A presente câmara úmida foi constituída por um túnel baixo, de 4,5 m de comprimento, 1,20 m de largura, 0,75 m de altura na parte central, coberto com filme transparente ultra-violeta e a base revestida por um filme de polietileno preto, o qual teve o objetivo de acomodar uma lâmina de água de 0,02 a 0,04 m de altura que foi criada e mantida durante o processo de enraizamento das estacas. Segundo Corrêa et al. (2010) o uso da câmara úmida tem por finalidade impedir a troca de umidade entre os ambientes interno e externo, mantendo elevada a umidade relativa do ar.

Aos 28 dias foram retiradas as estacas dos substratos e lavadas em água, realizando-se as seguintes avaliações: porcentagem de estacas enraizadas, determinada através da proporção de estacas viáveis, comprimento da maior raiz, número de brotações e número de folhas por brotação.

Os dados foram testados quanto à normalidade e posteriormente submetidos à análise da variância pelo teste F e comparadas às médias pelo teste de Tukey a 5% de significância para os diferentes substratos e regressão polinomial para as diferentes concentrações de AIB. Os dados expressos em porcentagem (enraizamento) foram transformados em arco seno da raiz de  $x/100$ . O programa estatístico WinStat, versão 2.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2005), foi utilizado para as análises.

## Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se interação entre os diferentes fatores experimentais, exceto para número de brotos. Para a variável porcentagem de enraizamento de estacas de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup>, observou-se que os tratamentos utilizando

substratos casca de arroz semicarbonizada e substrato comercial (Turfa Fértil<sup>®</sup>) não apresentaram diferenças quando utilizado diferentes concentrações de AIB. No entanto, para a média geral, verificou-se percentual médio de enraizamento acima de 85% (Tabela 1). Porém, de modo diferente o tratamento utilizando substrato areia apresentou diferenças significativas com o uso de AIB, onde a concentração com 3000 mg L<sup>-1</sup> de AIB apresentou o melhor resultado, diferindo apenas de 1000 mgL<sup>-1</sup> de AIB, com percentual médio de enraizamento de apenas 74,92%. Quando verificados os diferentes substratos em cada concentração de AIB, verificou-se diferenças somente para a concentração de AIB contendo 1000 mg L<sup>-1</sup>, onde o substrato areia foi inferior aos demais (Tabela 1). Através da análise de regressão, verifica-se a máxima eficiência, para todos os tratamentos, muito próximo a 0 mg L<sup>-1</sup> de AIB (Turfa Fértil 0,03, Casca de Arroz 1,63 e Areia 2,30), podendo nesse caso indicar que o uso de AIB pode ser desnecessário (Figura 1A).

O substrato comercial diferenciou-se significativamente também para a variável comprimento da maior raiz, quando comparado nas diferentes concentrações de AIB, diferindo dos demais tratamentos para 0 mg L<sup>-1</sup> e na média geral, e do substrato areia nas demais concentrações do AIB. Quando comparadas as diferentes concentrações de AIB, nos diferentes substratos e na média geral, verificou-se superioridade com 0 mg L<sup>-1</sup> de AIB (Tabela 1) e (Figura 1B). Conforme Figura 1B, ocorreu para a variável comprimento da maior raiz um comportamento quadrático, para os substratos Turfa Fértil e Areia com a máxima eficiência de 2,99 e 2,65, respectivamente, enquanto que para o substrato casca de arroz verificou-se comportamento linear decrescente.

Para a variável número de brotos por estaca, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas (Tabela 2). Já para a variável número de folhas, observaram-se resultados semelhantes ao comprimento de raízes, onde o substrato comercial apresentou maior número de folhas por brotação e, quando comparado as diferentes concentrações de AIB, o tratamento sem o uso de AIB apresentou, no geral superioridade, conforme Tabela 2. Conforme Figura 2, para a variável número de folhas ocorreu para todos os substratos testados a máxima eficiência próxima a concentração de AIB 0 mg L<sup>-1</sup>.

O melhor resultado para comprimento da maior raiz para ambas as concentrações de AIB foi verificado quando utilizado substrato comercial, fato que pode estar relacionado à composição do material, sendo que quando é utilizado um substrato com as características do substrato comercial (Turfa Fértil<sup>®</sup>), apresenta características de elevada capacidade de retenção de água e de troca catiônica (CTC). Ocorre a formação de um sistema radicular abundante (MELO; BORTOLOZZO e VARGAS, 2006) e um sistema radicular bem formado pode explicar consequentemente a maior média do número de folhas por estaca (3,13) para o tratamento substrato comercial (Turfa Fértil<sup>®</sup>).

Os substratos que apresentaram maior percentual de enraizamento evidenciaram resultados semelhantes ao encontrado por Braun et al. (2010), que ao avaliar o efeito do substrato e comprimento de estacas em tomateiro relatou média de 92% de enraizamento. No entanto, o percentual de enraizamento encontrado neste trabalho para o substrato areia (74, 92%) foi de aproximadamente 13% menor ao obtido pelo mesmo autor, para o mesmo substrato.

O fator que pode ter influenciado em um menor nível de enraizamento das estacas quando utilizada areia como substrato foram as altas temperaturas do ar (42°C) durante o período experimental, sendo que a areia, quando comparada aos demais substratos testados, pode ter propiciado condições de menor umidade em base da elevada temperatura do ar em que foi conduzido o experimento. Ramos et al. (2003), trabalhando com enraizamento de ‘mirabolano’ (*Prunus cerasiferae* Ehrn), e Silva; Murakami e Bizão (2008) com carqueja ‘carqueja’ (*Baccharis trimera* Less. DC.) também obtiveram inferiores resultados de enraizamento para quando utilizada areia como substrato. Também Suguino et al. (2010), em sapotizeiro, apesar de observarem que a areia apresentou nota média para a variável número de estacas enraizadas, a frequência de enraizamento obtida para o substrato foi baixa, com raízes formadas em apenas 27,7% do total de estacas.

Se levarmos em consideração apenas as três menores concentrações para os tratamentos com uso de AIB, observa-se para as variáveis porcentagem de enraizamento e comprimento da maior raiz na média dos substratos que na medida em que se aumenta a concentração de AIB ocorre um pequeno decréscimo na taxa de enraizamento e um significativo decréscimo do comprimento

da maior raiz., indicando assim uma provável intoxicação das estacas de tomateiro pelo AIB.

Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram verificados por Souza Junior; Marguerite e Ivar (2008), que encontraram que a aplicação de AIB resultou em piores níveis de enraizamento de miniestacas de *Grevillea robusta*. Resultados similares foram observados também por outros autores, como Titon et al. (2003) com *Eucalyptus grandis* W. Hill, e Maiden e Machado et al. (2005) com *Vitis vinifera* X *Vitis rotundifolia*. De acordo com Ramos et al. (2003), esse comportamento pode estar relacionado ao fato de as estacas possuírem uma certa quantidade endógena de hormônios, promotores ou inibidores de enraizamento. O fornecimento exógeno de auxina, em certas quantidades, pode promover uma alteração hormonal, favorecendo ou prejudicando o enraizamento.

## Conclusões

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que esta pesquisa foi realizada, é possível concluir que: a estaquia é um método adequado para a propagação de tomateiro; não há necessidade da aplicação de AIB exógeno para o enraizamento de estacas de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup>; os substratos comercial (Turfa Fértil<sup>®</sup>) e casca de arroz semicarbonizada apresentaram-se viáveis para o enraizamento das estacas.

## Referências

- BRAUN, H. et al. Produção de mudas de tomateiro por estaquia: efeito do substrato e comprimento de estacas. **Idesia**, Arica, v. 28, p. 9-15, 2010.
- CHENG, S. S.; CHU, E. Y. Hábito de frutificação e produtividade do tomateiro propagado vegetativa e sexuadamente na Amazônia Oriental. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 664-666, 2002.
- CORRÊA, L. de S. et al. Uso de câmara úmida em enxertia convencional de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 591-598, 2010.
- FACHINELLO, J. C. et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J.C.;

- HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. (Eds.) **Propagação de plantas frutíferas**. Pelotas: UFPel, 2005. p. 69-109.
- FERNANDES, A. A. et al. Produção de mudas de tomateiro por meio de estacas enraizadas em hidroponia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 343-348, 2004.
- FONTES, P. C. R.; FONTES, D. J. H. S. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 193 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/servlet/>>. Acesso em: 4 dez. 2012.
- KLEIN, J. D.; COHEN, S.; HEBBE, U. Seasonal variation in rooting ability of myrtle (*Myrtus communis* L.) cutting. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 83, n. 1, p. 71-76, 2000.
- MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **WinStat - Sistema de Análise Estatística para Windows**. Versão Beta. Pelotas: UFPel, 2005.
- MACHADO, M. P. et al. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'VR043-43' (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 476-479, 2005.
- MATOS, F. A. C. de. Evolução, tendência, perspectivas e desafio futuro do agronegócio da olericultura no Brasil e Distrito Federal. In: MATOS, F. A. C. de. **Programa de olericultura**. Brasília: EMATER-DF, 2010. p. 3-15.
- MELO, G. W. B. de; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. Substratos. In: KOVALESKI, A. BORTOLOZZO, A. R.; HOFFMANN, A. (Eds.). **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. (Sistemas de Produção, 15). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2012.
- RAMOS, J. D. et al. Enraizamento de estacas herbáceas de 'Mirabolano' (*Prunus cerasifera* Ehrh) em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 189-191, 2003.
- SILVA, A. L. B.; MURAKAMI, D. M.; BIZÃO, N. Origem da estaca, recipiente e composição do substrato na produção de mudas de carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) DC.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 97-101, 2008.
- SOUZA, P.V. D. de ; CARNIEL, E. ; FOCHESSATO, M. L. Efeito da composição do substrato no enraizamento de estacas de maracujazeiro azedo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 276-279, 2006.
- SOUZA JUNIOR, L.; MARGUERITE, Q.; IVAR, W. Miniestaquia de *Grevilea robusta* A. Cunn. a partir de propágulos juvenis. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, p. 455-460, 2008.
- SUGUINO, E. et al. Produção de mudas de sapatizeiro por meio da estaquia em diferentes substratos, **Nucleus**, Ituverava, v. 8, n. 2, 2011.
- TITON, M. et al. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2003.
- TREVISAN, R. et al. Enraizamento de estacas herbáceas de mirtilo: influência da lesão na base e do ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 402-406, 2008.
- VILLA, F. et al. Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 829-834, 2003.
- WREGE, M. S. et al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336p.

**Tabela 1 - Porcentagem de enraizamento e comprimento da maior raiz em estacas de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada®, sob efeito de diferentes substratos e concentrações de AIB. Itaqui-RS, 2011.**

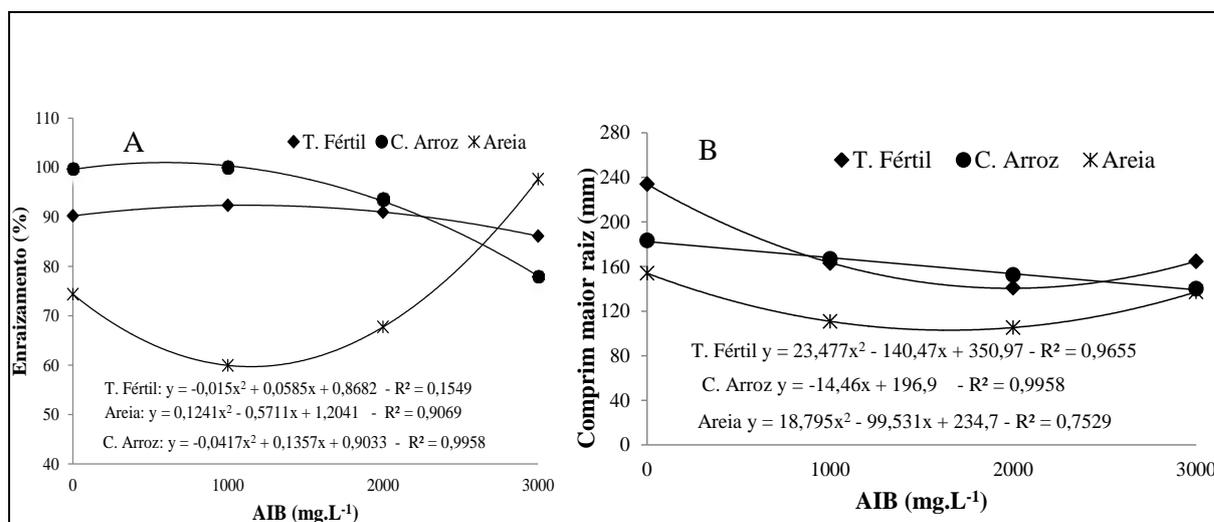
AIB (mg.L <sup>-1</sup> )	Enraizamento (%)				Comprimento da Maior Raiz (mm)			
	T. Fértil	C. Arroz	Areia	Média	T. Fértil	C. Arroz	Areia	Média
0	87,66 Aa*	100,00 Aa	77,67 Aab	88,44 a	236,93 Aa	181,63 Ba	159,03 Ba	192,53 a
1000	100,00 Aa	100,00 Aa	50,00 Bb	83,33 a	155,10 Ab	172,47 Aab	95,60 Bc	141,06 b
2000	83,33 Aa	94,33 Aa	77,67 Aab	85,11 a	149,71 Ab	146,95 ABb	120,47 Bbc	139,05 b
3000	88,66 Aa	77,66 Aa	94,33 Aa	86,88 a	161,79 Ab	141,95 ABb	132,22 Bab	145,32 b
<b>Média</b>	<b>89,92 AB</b>	<b>93,00 A</b>	<b>74,92 B</b>		<b>175,88 A</b>	<b>160,75 B</b>	<b>126,83 C</b>	

\*Letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, para cada variável, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

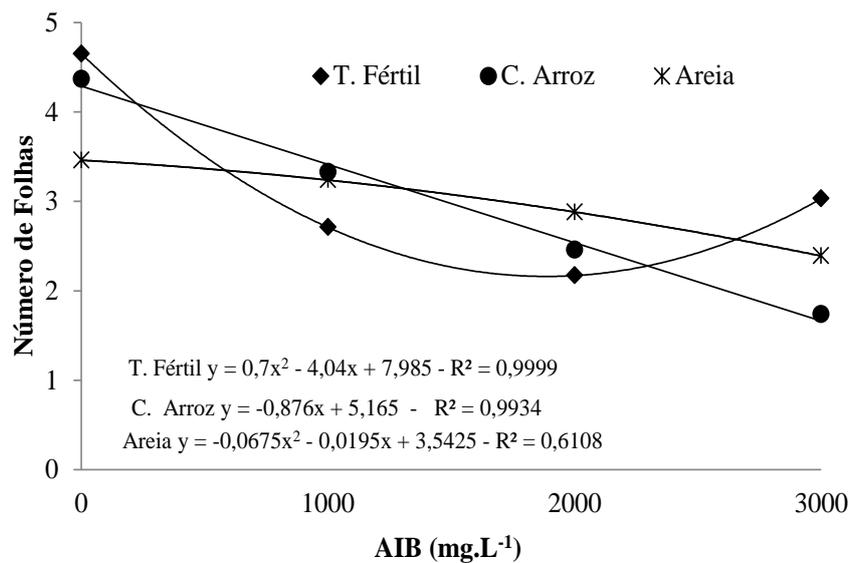
**Tabela 2 - Número de brotos e de folhas em estacas de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada®, sob efeito de diferentes substratos e concentrações de AIB. Itaqui-RS, 2011.**

AIB (mg.L <sup>-1</sup> )	Número de brotos				Número de folhas			
	T. Fértil	C. Arroz	Areia	Média	T. Fértil	C. Arroz	Areia	Média
0	1,05 <sup>ns</sup>	1,00	0,93	0,99 <sup>ns</sup>	4,64 Aa	4,33 ABa	3,60 Ba	4,19 a
1000	0,94	1,05 <sup>ns</sup>	1,08	1,02 <sup>ns</sup>	2,72 Ab	3,44 Aab	2,80 Aab	2,99 b
2000	0,94 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	2,15 Ab	2,35 ABbc	3,31 Aab	2,61 b
3000	0,94 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	3,03 Ab	1,78 Bc	2,24 ABb	2,35 b
<b>Média</b>	<b>0,97<sup>ns</sup></b>	<b>1,01<sup>ns</sup></b>	<b>0,92<sup>ns</sup></b>		<b>3,13 A</b>	<b>2,97 A</b>	<b>2,98 A</b>	

\*Letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas na linha, para cada variável, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância. <sup>ns</sup> não significativo.



**Figura 1 - Porcentagem de enraizamento e B) Comprimento da maior raiz de estacas de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada®, sob efeito de diferentes substratos e concentrações de AIB, Itaqui-RS, 2011.**



**Figura 2 - Número de folhas em estacas de tomateiro cultivar Santa Cruz Kada<sup>®</sup>, sob efeito de diferentes substratos e concentrações de AIB, Itaqui-RS, 2011.**

# Efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro<sup>1</sup>

Lucas Vinícius de Souza Cangussú<sup>2</sup>, Andréia Márcia Santos de Souza David<sup>2</sup>, Hugo Tiago

Ribeiro Amaro<sup>3\*</sup>, Miquéias de Oliveira Assis<sup>1</sup>

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico do feijoeiro. Para a condução do experimento, foram utilizadas sementes de feijão, cultivar Manteigão Vermelho, safra 2011/2012. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. As sementes foram separadas em três classes de tamanho, sendo: Classe 1 – sementes misturadas (controle); Classe 2 – Sementes grandes (> 7 mm de diâmetro) e Classe 3 – sementes pequenas (< 7 mm de diâmetro). As sementes foram avaliadas quanto ao peso de mil sementes, germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e seca de plântulas e condutividade elétrica. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Sementes de feijão provenientes das classes mistura e grandes influenciaram a germinação, apresentando qualidade fisiológica superior. Independentemente do tamanho da semente, não houve diferenças significativas para a velocidade de emergência de plântulas e condutividade elétrica de sementes. Apesar das plântulas provenientes das diferentes classes de tamanho não terem apresentado diferença em comprimento, de modo geral, as classes mistura e grandes produziram plântulas com maior acúmulo de massa fresca e seca.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L. Classificação. Germinação. Vigor.

## Effect of seed size on the physiological performance of bean

**Abstract** - The objective of this study was to evaluate the effect of seed size on the physiological performance of bean. Bean seeds were used for the experiment, cultivar Manteigão Vermelho, 2011/2012 season. The experimental design was completely randomized, with four replications. The seeds were separated into three size classes, as follows: Class 1 – mixed seeds (control); Class 2 – large seeds (> 7 mm in diameter) and Class 3 – small seeds (<7 mm in diameter). Seeds were evaluated for thousand seed weight, germination, first count of germination, emergence rate index, seedling length, fresh and dry mass of seedlings and electrical conductivity. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. Bean seeds from the mixture and large classes influenced germination, with higher physiological quality. Regardless of the size of the seed, there were no significant differences in the rate of seedling emergence and electrical conductivity of seed. Although seedlings from the different size classes have not shown differences in length, generally, the mixing and large classes produced seedlings with greater accumulation of fresh and dry mass.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L. Classification. Germination. Vigor.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 27/09/2013 e aprovado para publicação em 12/08/2014.

<sup>2</sup> Estudantes de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Campus Janaúba, MG. E-mail: lucasvscagro@hotmail.com; mick\_eafsal@hotmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, D.sc. Professora do Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Campus Janaúba, MG. E-mail: andreia.david@unimontes.br.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, M.sc. Doutorando em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Universitário, Viçosa, MG. E-mail: htiagoamaro@yahoo.com.br. \*Autor para correspondência.

## Introdução

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) exerce um importante papel na alimentação da população brasileira, sendo a principal fonte de proteína de origem vegetal. Além disso, fornece quantidades significativas de outros nutrientes essenciais ao organismo humano, como carboidratos, vitamina, minerais e fibras (LAJOLO; GENOVESE e MENEZES, 1996). A produção de feijão no Brasil ocorre praticamente o ano todo, devido à adaptação às diversas condições edafoclimáticas do país.

O uso de sementes com potencial fisiológico elevado é de grande importância no estabelecimento de resultados satisfatórios em culturas de expressão econômica. Avaliar a qualidade de um lote de sementes em termos de estimar com que sucesso estabelecerá uma população adequada de plântulas em campo, sob uma ampla faixa de condições ambientais, é de grande importância para atingir eficiência na agricultura moderna (ARTHUR e TONKIN, 1991). A qualidade das sementes tem sido atribuída à sua pureza física, elevado potencial genético, alta germinação e vigor, ausência de danos mecânicos, boa sanidade e uniformidade de tamanho. Este último é um atributo importante no aspecto visual para a comercialização e essencial para regulação das semeadoras, que permitirão a emergência de estandes ajustados e, em muitos casos, economia de sementes por unidade de área (LIMA, 1996).

Cultivares de feijoeiro podem ter desempenho diferenciado, conforme o tamanho das sementes (FIGUEIREDO e VIEIRA, 1970), demandando avaliações que considerem tais variações entre cultivares. Nesse sentido, a existência de variações no desempenho produtivo de sementes de diferentes tamanhos de um mesmo cultivar demandaria a prévia classificação das mesmas por lote de tamanho, antes de sua comercialização (PERIN; ARAUJO e TEIXEIRA, 2002). Assim, a caracterização morfológica dos lotes de sementes pode auxiliar o agricultor na tomada de decisões quanto às condições de semeadura.

Percebe-se que a preferência por sementes de menor tamanho tem sido uma prática utilizada pelos produtores devido à economia com tratamento, transporte e aquisição de sementes. Entretanto, apesar do feijoeiro ser uma cultura de grande importância econômica, poucos estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de avaliar a influência dos diferentes tamanhos das sementes

no seu desempenho fisiológico. A variação de tamanho existente em uma mesma cultivar pode ocasionar variação no desempenho produtivo; baseando-se nisso, há necessidade de estudos que forneçam a real interferência dos distintos tamanhos de sementes durante o processo germinativo.

O tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica (POPINIGIS, 1985). As sementes de maior tamanho são aquelas que possuem, normalmente, embriões mais bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo conseqüentemente as mais vigorosas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). No entanto, estudos relacionados com sementes de várias espécies demonstraram que a massa e o tamanho das sementes não influenciaram os resultados de testes conduzidos em laboratório e desempenho das plantas no campo (SILVA e MARCOS FILHO, 1982; MARTINS et al., 1997; LIMA e CARMONA, 1999). Nesse sentido, os resultados de trabalhos na literatura, relacionados com tamanho e massa de sementes e sua relação com germinação e vigor, são bastante controversos (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA NETO e COSTA, 1991; SILVA FILHO, 1994; THOMAS e COSTA, 1996).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico do feijoeiro comum, cultivar Manteigão Vermelho.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Agrárias (DCA), da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Campus Janaúba, MG. Para a condução do experimento, foram utilizadas sementes de feijão, cultivar Manteigão Vermelho, safra 2011/2012, produzidas em condição de irrigação na Fazenda Experimental da Unimontes, Janaúba, MG, com as seguintes coordenadas geográficas: 15°47'50" S e 43°18'31" W, e altitude de 516 m. O clima da região segundo classificação de Koppen é do tipo "AW" (tropical com inverno seco). As condições climáticas da região são representadas por temperaturas médias que variam de 21 a 25 °C, umidade relativa diária de 60 a 70% e precipitação média anual de 900 mm.

As sementes foram separadas em três classes de tamanho, com segue: Classe 1 – sementes misturadas (controle), composta pelas diferentes

classes de tamanho; Classe 2 – sementes grandes (> 7 mm de diâmetro), sendo separadas com o auxílio de peneiras manuais, de furos redondos; e Classe 3 – sementes pequenas (< 7 mm de diâmetro).

As sementes foram avaliadas quanto ao peso de mil sementes, germinação e vigor (primeira contagem de germinação; emergência de plântulas; índice de velocidade de emergência; comprimento, massa fresca e seca de plântulas e condutividade elétrica). O peso de mil sementes foi determinado de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), utilizando-se oito repetições de 100 sementes, e resultados expressos em g.

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, sendo distribuídas uniformemente sobre papel germitest na forma de rolo, umedecido com água destilada na proporção de duas vezes e meia a sua massa inicial. Os rolos foram colocados em germinador previamente regulado à temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco (primeira contagem de germinação) e nove dias (germinação) após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais e os resultados expressos em porcentagem conforme as RAS (BRASIL, 2009). Consideraram-se como normais as plântulas que apresentavam todas as estruturas essenciais que permitissem uma avaliação correta das mesmas. Essas plântulas mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas sob condições favoráveis.

O teste de emergência de plântulas foi conduzido sob condições de laboratório, utilizando-se como substrato areia lavada e esterilizada. As sementes foram semeadas a uma profundidade de 3 cm, em bandejas plásticas, contendo o substrato umedecido com quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção (BRASIL, 2009), cuja umidade foi mantida por meio de irrigações diárias. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes e os resultados obtidos pelo número de plântulas normais emergidas, determinados por ocasião do nono dia após a instalação do teste, e expressos em porcentagem.

O índice de velocidade de emergência foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram alça cotiledonar visível. Ao final do teste, foi calculado o índice

de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

No final do teste de emergência foi determinado, com o auxílio de régua milimetrada, o comprimento das plântulas (raiz até parte aérea) consideradas normais, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>. Para determinação da massa seca as plântulas foram acondicionadas (sem os cotilédones) em sacos de papel, e levadas à estufa com circulação de ar a 65 °C até atingir peso constante, durante 72 h. Decorrido esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecador e novamente pesadas em balança de precisão 0,001 g, sendo o peso obtido, por repetição, dividido pelo número total de plântulas normais, com os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup>.

O teste de condutividade elétrica foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, sendo pesadas e acondicionadas em copos de plástico descartáveis, com capacidade para 200 mL, contendo 75 mL de água destilada. Em seguida, os copos permaneceram em câmara tipo B.O.D, regulada a 25 °C, e a leitura foi realizada após 24 horas de embebição, em condutivímetro (DIGIMED DM 31) com os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ .

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento (classes de sementes). Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste "F" e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre testes utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes. A significância dos valores de r foi determinada pelo teste t, a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A análise de variância dos dados referentes às características avaliadas encontra-se na Tabela 1. Com exceção do índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas e condutividade elétrica, as demais variáveis foram influenciadas pelas diferentes classes de sementes.

Os resultados do peso de mil sementes, germinação e primeira contagem de germinação evidenciaram respostas significativas entre as classes de sementes avaliadas (Tabela 2). As sementes da classe 1 (mistura) diferiram ( $p < 0,05$ ) das sementes pequenas (classe 3), apresentando o maior valor no peso de mil sementes, enquanto

que as sementes grandes apresentaram valores intermediários. Entretanto, é importante ressaltar que a relação entre tamanho e peso observada em cada cultivar é normal. No entanto, quando se comparam diferentes cultivares, os resultados devem ser interpretados com cautela, porque além das diferenças genéticas outros fatores tais como as condições de produção e processamento podem interferir nos resultados (CAZETTA et al., 1995).

O peso de sementes é uma medida de qualidade utilizada para diferentes finalidades, dentre elas a comparação da qualidade de diferentes lotes, bem como determinação do rendimento de cultivos. Nesse sentido, Carvalho e Nakagawa (2000) salientam que sementes maiores possuem maior quantidade de reserva, e são, conseqüentemente, mais vigorosas. Adicionalmente, Popinigis (1985) comenta que o tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica.

Para germinação, a classe mistura de sementes apresentou maiores porcentagens (87%), enquanto as sementes grandes apresentaram valores intermediários, de 75% (Tabela 2). Vale salientar que os valores encontrados nas sementes da classe mistura estão acima do padrão exigido para produção e comercialização de sementes de feijão, sendo porcentagem mínima de 70% para sementes básicas e 80% para certificadas (C1 e C2) ou não certificadas (S1 e S2) de primeira e de segunda geração (BRASIL, 2005). Verifica-se que as sementes menores apresentaram valores inferiores ao padrão mínimo exigido comercialmente para todas as categorias de sementes.

Várias pesquisas (NIETSCHKE et al., 2004; GHISOLFI et al., 2006; PEREIRA et al., 2008; PÁDUA et al., 2010) realizadas com o objetivo de avaliar o efeito do tamanho da semente sobre a germinação e o vigor, apontam as sementes maiores como de melhor qualidade fisiológica. Entretanto, Lima e Carmona (1999) avaliando quatro cultivares de soja e três tamanhos de sementes, constataram que o tamanho não afeta o desempenho em campo, em termos de população de plantas, altura, número de vagens e produtividade.

Segundo Krzyzanowski; França Neto e Costa (1991), a classificação de sementes do feijoeiro por tamanho e peso pode ser uma estratégia para aumento da produtividade, visto que o tamanho da semente afeta a germinação de sementes, o vigor das plantas e a produção de grãos. As sementes maiores, normalmente, possuem

embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000); logo, num mesmo lote, as sementes maiores, potencialmente, apresentam maior poder germinativo e vigor que as menores, embora existam controvérsias quanto aos benefícios da classificação por tamanho, como ocorre no feijoeiro.

Com relação ao vigor das sementes, vários testes foram eficientes para detectar diferenças estatísticas que permitissem indicar o efeito do tamanho das sementes sobre o seu desempenho fisiológico. Verifica-se que a variável primeira contagem de germinação seguiu a mesma tendência da germinação, onde a classe de sementes que não continha distinção entre os diferentes tamanhos obteve melhor desempenho, atingindo 75% de plântulas normais, enquanto as classes grande e pequena não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

Para a emergência de plântulas, os resultados provenientes das classes mistura de sementes e sementes grandes não diferiram estatisticamente entre si, apresentando resultados superiores quando comparado às sementes pequenas, sendo verificado 58% de plântulas emergidas (Tabela 3). Já em relação ao índice de velocidade de emergência, não foi verificado distinção entre as diferentes classes de sementes.

Conforme relatado anteriormente, o estudo do tamanho das sementes e seu efeito no desempenho de diversas culturas merece destaque em função das dúvidas levantadas por agricultores que, em grande parte, justificam a aquisição de sementes de peneiras graúdas, na suposição de que poderão dar origem a plantas mais produtivas (MARCOS FILHO et al., 1986). Ferreira e Torres (2000), estudando a influência do tamanho das sementes de *Acacia senegal* (L.) na germinação e no vigor, verificaram que a porcentagem e o índice de velocidade de emergência não foram afetados pelo tamanho das sementes. Oliveira et al. (2005) também observaram que as diferenças entre os tamanhos das sementes de longan (*Dimocarpus longan* Lour.) não interferem na emergência das plântulas.

Observa-se também que não houve diferença estatística entre as três classes de sementes quando avaliado o comprimento de plântulas (Tabela 4). Para massa fresca de plântulas, as classes mistura de sementes e sementes grandes apresentaram valores superiores quando comparadas às sementes pequenas, sugerindo que o acúmulo de reservas nas sementes destas

classes resultaram em desenvolvimento inicial mais vigoroso das plântulas.

A classe mistura de sementes proporcionou aumento na massa seca de plântulas em relação às sementes grandes e pequenas (Tabela 4), contrastando os resultados obtidos por Fornasieri-Filho et al. (1996), onde observaram que sementes de maior tamanho geram plântulas com maior conteúdo de massa seca, consequência do maior acúmulo de reservas e posterior utilização na constituição dos órgãos. Aguiar et al. (2001), trabalhando com sementes de girassol, verificaram que o vigor apresentou diferenças após seis meses de armazenamento, sendo mais baixo nas sementes de menor tamanho em relação às de maior tamanho.

Não foi verificada diferença entre as classes de sementes avaliadas (Tabela 4). Vários fatores podem afetar os resultados do teste, dentre os quais podem ser destacados o tamanho da semente, em função da velocidade de liberação de lixiviados do interior para o meio líquido expresso por sementes de diferentes tamanhos. Entretanto, Jauer; Menezes e Garcia (2002) trabalhando com a cultivar IAPAR 44, detectaram diferenças significativas entre as classes de sementes de feijão quando avaliaram a condutividade elétrica, observando menor vigor nas sementes menores.

É importante ressaltar que o efeito do tamanho das sementes no seu desempenho fisiológico pode ser associado a diversos fatores, como condições de cultivo, densidade de plantas, época de colheita das sementes e condições climáticas durante o desenvolvimento e colheita das sementes, uma vez que o tamanho destas varia de acordo com o cultivar, lote e época de colheita. Assim, a relação entre tamanho e desempenho fisiológico das sementes deve ser analisada de forma cuidadosa, uma vez que vários fatores podem interferir nos resultados. De uma maneira geral, no presente trabalho os resultados indicaram que a separação das sementes em classes de tamanho (grandes e pequenas) foi suficiente para detectar diferenças de desempenho nas amostras avaliadas, entretanto, a classe onde não houve distinção do tamanho das sementes obteve os melhores resultados.

Vários autores destacam a importância da classificação das sementes das culturas. Rodo et al. (2001) relataram que a utilização pelo produtor de lotes com sementes de tamanho médio seria preferível, pois representaria menor custo na implantação da cultura, uma vez que

esses lotes apresentam maior número de sementes por unidade de peso. Os referidos autores destacaram que a aparência visual dos lotes, compostos de sementes de mesmo tamanho, favorece sua comercialização, bem como a padronização do tamanho é desejável quando da utilização de semeadura mecanizada.

Estudos comparando genótipos de feijoeiro com sementes de diferentes tamanhos indicam uma forte relação negativa entre tamanho da semente e rendimento de grãos, embora a magnitude desse efeito tenha variado com o ambiente (WHITE e GONZÁLEZ, 1990). Genótipos de feijoeiro com sementes grandes apresentaram menor taxa de crescimento relativo e rendimento de grãos que genótipos de sementes pequenas (WHITE et al., 1992), necessitando de mais pesquisas quando é avaliado o desempenho fisiológico das sementes.

A Tabela 5 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson entre os testes aplicados para avaliação do desempenho fisiológico de sementes de feijão. Verifica-se que, para a germinação e emergência de plântulas, houve correlação significativa com todas as variáveis analisadas. Em relação aos demais testes de vigor, observa-se que a primeira contagem de germinação correlacionou-se significativamente com a emergência de plântulas ( $r=0,513^*$ ), massa fresca ( $r=0,616^*$ ) e massa seca de plântulas ( $r=0,694^{**}$ ). O índice de velocidade de emergência apresentou correlação altamente significativa com os testes de comprimento, massa fresca e seca de plântulas, enquanto a condutividade elétrica correlacionou-se apenas com a germinação e emergência de plântulas ( $r=-0,529^*$  e  $-0,488^*$ , respectivamente).

O estudo de correlações é importante, uma vez que indica a dependência dos efeitos entre duas variáveis aleatórias, complementando as informações dos testes aplicados. As associações significativas analisadas indicam que alguns testes são mais promissores que outros, em função do grau de correlação existente entre eles e/ou indicam que alguns podem ser usados de forma alternativa para detectar diferenças entre os tratamentos. Entretanto, a correlação não significativa é prova insuficiente para se afirmar que não há associação entre as variáveis, conforme relatado por Rodo; Tillmann e Villela (1998).

## Conclusões

Sementes de feijão provenientes das classes mistura e grandes influenciaram a germinação, apresentando qualidade fisiológica superior.

Independentemente do tamanho da semente, não houve diferenças significativas para a velocidade de emergência de plântulas e condutividade elétrica de sementes. Apesar das plântulas provenientes das diferentes classes de tamanho não terem apresentado diferença em comprimento, de modo geral, as classes mistura e grandes produziram plântulas com maior acúmulo de massa fresca e seca.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

AGUIAR, R. H. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 134-139, 2001.

ARTHUR, T. J.; TONKIN, J. H. B. Testando o vigor da semente. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 1, p. 38-41, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. 365 p.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa 25/2005**. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Anexo V - Padrões para produção e comercialização de sementes de feijão). Brasília: SNAD/DNDN/CLAV: D. O. U., Brasília, 20 dez. 2005, p. 18, Seção 1.

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

CAZETTA, J. O.; SADER, R.; IKEDA, M. Efeito do tamanho no desempenho germinativo

de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 65-71, 1995.

FERREIRA, M. G. R.; TORRES, S. B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia Senegal* (L.) Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 271-275, 2000.

FIGUEIREDO, M. S.; VIEIRA, C. Efeito do tamanho das sementes sobre o “stand”, produção e altura das plantas, na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 17, n. 91, p. 47-60, 1970.

FORNASIERI-FILHO, D. et al. Efeito do tamanho da sementes e de doses de fungicida na qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO, 5., 14 a 18 out. 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1996. p. 512-514.

GHISOLFI, E. M. et al. Influência do tamanho da semente e tipo de recipiente na germinação de *Schizolobium amazonicum* (Herb) Ducke. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 5, n. 9, 2006.

JAUER, A.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D. C. Tamanho das sementes na qualidade fisiológica de cultivares de feijoeiro comum. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 9, n. 1, p. 65-72, 2002.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.13, p. 59-68, 1991.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E.W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, S. R. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 23-56.

LIMA, R. M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agrônômicos. In: **Anuário Abrasem**, Associação Brasileira dos Produtores de Sementes. Brasília, 1996. p. 39-43.

LIMA, A. M. M. P.; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho

- produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 157-163, 1999.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. et. al. Tamanho da semente e desempenho do girassol: III. Comportamento das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 8, n. 2, p. 33-43, 1986.
- MARTINS, C. O. A. et al. Influência da classificação por tamanho na germinação e no vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Informativo Abrates**, Londrina, v. 7, n. 1/2, p. 169, 1997.
- NIETSCHKE, S. et al. Tamanho da semente e substratos na germinação e crescimento inicial de mudas de cagaiteira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1321-1325, 2004.
- OLIVEIRA, I. V. M. et al. Influência do tamanho da semente na emergência das plântulas de Longan (*dimocarpus longan* Lour). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 171-172, 2005.
- PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3 p. 9-16, 2010.
- PEREIRA, P. C. et al. Influência do tamanho de sementes na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 24, n. 4, p. 73-79, 2008.
- PERIN, A.; ARAUJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa e nutrientes e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1711-1718, 2002.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- RODO, A. B. et al. Qualidade fisiológica e tamanho de sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 201-204, 2001.
- RODO, A. B.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n.1, p. 23-28, 1998.
- SILVA FILHO, P. M. **Desempenho de plantas e sementes de soja classificadas por tamanho e densidade**. 1994. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1994.
- SILVA, W. R.; MARCOS-FILHO, J. Influência do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 5, p.1743-1750, 1982.
- THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Influência do déficit hídrico sobre o tamanho das sementes e vigor das plântulas de soja. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, p. 57-61, 1996.
- WHITE, J. W.; GONZÁLEZ, A. Characterization of the negative association between seed yield and seed size among genotypes of common bean. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 23, p. 159-175, 1990.
- WHITE, J.W. et al. Effects of seed size and photoperiod response on crop growth and yield of common bean. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 28, p. 295-307, 1992.

**Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos dados referentes ao peso de mil sementes (PMS), germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CP), massa fresca e seca de plântulas (MF e MS) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão, cultivar Manteigão Vermelho, em função do tamanho das sementes.**

F. V	GL	Quadrados Médios								
		PMS	GER	PCG	EP	IVE	CP	MF	MS	CE
Classes	2	40,21*	880,33**	3279,00**	711,00**	14,30 <sup>ns</sup>	94,95 <sup>ns</sup>	9187,14**	202,51**	9,06 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	8,61	32,66	35,33	28,22	4,03	42,95	407,12	9,97	2,30
CV%		7,67	7,76	13,82	7,28	21,87	20,32	20,35	20,40	16,80

<sup>ns</sup>: não significativo; (\*\*) (\*) significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 2 - Peso de mil sementes (PMS), germinação (GER) e primeira contagem de germinação (PCG) de sementes de feijão, cultivar Manteigão Vermelho, em função do tamanho das sementes.**

Classe de tamanho	PMS (g)	GER (%)	PCG (%)
1 (Mistura)	498,2 A	87 A	75 A
2 (Grandes)	464,6 AB	75 B	21 B
3 (Pequenas)	434,8 B	58 C	32 B
Médias	465,8	74	43
C.V (%)	7,67	7,76	13,82

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3 - Emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão, cultivar Manteigão Vermelho, em função do tamanho das sementes.**

Classe de tamanho	EP (%)	IVE
1 (Mistura)	83 A	10,5 A
2 (Grandes)	77 A	10,0 A
3 (Pequenas)	58 B	7,0 A
Médias	73	9,1
C.V (%)	7,28	21,87

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4 - Comprimento de plântulas (CP), massa fresca e seca (MF e MS) de plântulas e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão, cultivar Manteigão Vermelho, em função do tamanho das sementes.**

Classe de tamanho	CP (cm)	MF (g)	MS (g)	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )
1 (Mistura)	33,2 A	131,74 A	17,98 A	7,64 A
2 (Grandes)	31,0 A	101,24 A	11,59 B	8,83 A
3 (Pequenas)	24,0 A	37,79 B	3,78 C	10,63 A
Médias	29,4	90,26	11,12	9,03
C.V (%)	20,32	20,35	20,40	16,80

Médias seguidas por diferentes letras, na coluna, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5 - Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis analisadas nos testes da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão, cultivar Manteigão Vermelho, em função do tamanho de sementes.**

Testes	Testes						
	PCG	EP	IVE	CP	MF	MS	CE
GER	0,673**	0,801**	0,751**	0,689**	0,897**	0,890**	-0,529*
PCG		0,513*	0,427ns	0,445ns	0,616*	0,694**	-0,388ns
EP			0,728**	0,588*	0,928**	0,881**	-0,488*
IVE				0,859**	0,811**	0,703**	-0,222ns
CP					0,739**	0,596*	-0,378ns
MF						0,926**	-0,467ns
MS							-0,458ns

<sup>ns</sup> - Não significativo; (\*\*) (\*) Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

## Produtividade e persistência de trevos-vermelhos, trevo-alexandrino e chicória forrageira em quatro locais de Santa Catarina<sup>1</sup>

Ana Lúcia Hanisch<sup>2</sup>, Ulisses de Arruda Córdova<sup>3</sup>, Jefferson Araújo Flaresso<sup>3</sup>, Gilcimar Adriano Vogt<sup>3</sup>, Mário Miranda<sup>4</sup>, Vagner Miranda Portes<sup>5</sup>

**Resumo** - O objetivo deste ensaio em rede foi avaliar o desempenho agrônomo de quatro forrageiras com potencial para o Estado de Santa Catarina. Foram avaliadas cultivares de *Trifolium pratense* (cv. Quinqueli e PG626), *Trifolium alexandrinum* (cv. Elite II) e chicória - *Cichorium intybus* (cv. Puna II). Os experimentos foram conduzidos em quatro regiões fisiográficas do Estado: Oeste, Planalto Sul, Planalto Norte e Meio Oeste. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Os cortes para avaliação foram realizados no período de junho de 2010 a janeiro de 2012. No primeiro ano de avaliação, os dois cultivares de *T. pratense* foram os mais produtivos no Oeste Catarinense, não diferindo da chicória nas demais regiões. Na avaliação do segundo ano, a chicória foi o material mais produtivo nas duas regiões de Planalto e no Meio Oeste, sendo inferior aos genótipos de trevo-vermelho apenas no Oeste. Os dois cultivares de trevo-vermelho apresentaram comportamento semelhante entre si em todas as regiões. *T. alexandrinum* apresentou ciclo anual e baixas produções em todos os locais. A forrageira *Cichorium intybus* (cv. Puna II) apresentou potencial produtivo favorável para cultivo em Santa Catarina, com destaque para a região do Planalto Norte Catarinense.

**Palavras-chave:** Pastagem. *Trifolium pratense*. *Trifolium alexandrinum*. *Cichorium intybus*.

### Productivity and persistence of red clover, Egyptian clover and chicory in four locations in Santa Catarina State

**Abstract** - The objective of this network assay was to evaluate the performance of four agronomic forages potential for Santa Catarina, State. Were evaluated cultivars of *Trifolium pratense* (cv. Quinqueli and PG626), *Trifolium alexandrinum* (cv. Elite II) and *Cichorium intybus* (cv. Puna II). The experiments were conducted in four physiographic regions of the State: West, South Plateau, North Plateau and Midwest. Was used a randomized block design with three replications. The cuts were made from June 2010 to January 2012. In the first year of evaluation, the two cultivars of *T. pratense* were the most productive in the West, not differing of *C. intybus* in other regions. During the first year of evaluation, the two cultivars of *T. pratense* were the most productive in Western, not differing from chicory in other regions. In the evaluation of the second year, the chicory was the most productive material in South Plateau, North Plateau and Midwest, being lower than the genotypes of red clover only in the West. The two cultivars of red clover showed similar behavior among them in all regions. *T. alexandrinum* had an annual cycle and low yields at all locations. Forage *Cichorium intybus* (cv. Puna II) presented a favorable yield potential for cultivation in Santa Catarina, State, with emphasis on the Northern Plateau region.

**Key words:** Pasture. *Trifolium pratense*. *Trifolium alexandrinum*. *Cichorium intybus*.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 24/09/2013 e aprovado para publicação em 09/09/2014.

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup>. Agr., M.Sc., Pesquisadora da Epagri – Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, nº1101, C.P. 216, CEP 89460-000, Canoinhas, SC. E-mail: [analucia@epagri.sc.gov.br](mailto:analucia@epagri.sc.gov.br), [gilcimar@epagri.sc.gov.br](mailto:gilcimar@epagri.sc.gov.br). Tel: 47 3627 4199.

<sup>3</sup> Eng. Agr., M.Sc., Pesquisadores Epagri – Estação Experimental de Lages, Rua João José Godinho, s/nº, C.P. 181, CEP 88502-970, Lages, SC. E-mail: [ulisses@epagri.sc.gov.br](mailto:ulisses@epagri.sc.gov.br), [jefferson@epagri.sc.gov.br](mailto:jefferson@epagri.sc.gov.br) Tel: 49 3289 6400.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Pesquisador Epagri – Centro de Pesquisas para a Agricultura Familiar, Servidão Ferdinando Tusset, s/nº, C.P. 791, Chapecó, SC. E-mail: [mmiranda@epagri.sc.gov.br](mailto:mmiranda@epagri.sc.gov.br). Tel: 49 2049 7510.

<sup>5</sup> Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador Epagri – Centro de Pesquisas para a Agricultura Familiar. Chapecó, SC. E-mail: [vagnerportes@epagri.sc.gov.br](mailto:vagnerportes@epagri.sc.gov.br).

## Introdução

Na última década, tem sido consenso entre os órgãos que atuam no meio rural catarinense de que os sistemas de produção animal devem ter como alicerce a produção à base de pasto. Nesse sentido, uma missão técnica de Santa Catarina esteve na Nova Zelândia e assinou um convênio de cooperação técnica para a transferência de tecnologia e conhecimento nas áreas de produção e manejo de forrageiras, constituindo uma alternativa de mais curto prazo para acesso a materiais vegetativos considerados de melhor valor nutricional, com expectativa de potencial produtivo, como cultivares de trevo-vermelho (*Trifolium pratense*), trevo-alexandrino (*Trifolium alexandrinum*) e chicória (*Cichorium intybus*).

A utilização da chicória como forragem é relativamente nova no mundo, sendo que muito da pesquisa existente em melhoramento de suas características como forrageira tem sido realizado na Nova Zelândia, onde a cultivar Puna foi desenvolvida em condições de pastejo (WANG e CUI, 2011). É um cultivar adaptado a diferentes condições climáticas, sendo também muito cultivado no continente asiático, especialmente na China. Possui uma forragem altamente palatável, com excelente qualidade e alta relação folha/colmo (LI et al., 2006).

O trevo-vermelho é uma leguminosa utilizada em misturas com gramíneas de clima temperado, proporcionando maior período de utilização e rendimento da pastagem, aliado a alta qualidade e palatabilidade (PAIM, 1994), adaptando-se também a diferentes condições edafoclimáticas. Apesar de ser uma espécie bianual, apresenta baixa persistência, não sendo raro apresentar comportamento anual (MONTARDO et al, 2003). Os principais cultivares utilizados no Brasil são o Quinqueli, do Chile e o Estanzuela 116 do Uruguai.

O trevo-alexandrino ou trevo-egípcio (*Trifolium alexandrinum*) é uma leguminosa cultivada em vários países, principalmente em regiões relativamente úmidas e sem geadas severas (DE CONTO, 2010). É uma espécie com hábito de crescimento ereto, que pode ser utilizada em pastejo direto, na confecção de feno ou silagem e também como cobertura verde. Porém, é mais adequada à conservação de forragem do que ao pastejo uma vez que apresenta pontos de crescimento altos que podem facilmente serem danificados por pastejo inadequado (HACKNEY et al., 2007). Tem baixo

nível de sementes viáveis e normalmente não apresenta ressemeadura natural (GARCIA, 2000).

Para Dall'Agnoll et al. (2004) em experimentos onde são realizados cortes sucessivos e avaliações periódicas de cultivares ao longo do tempo, torna-se possível estimar parâmetros importantes e determinar os genótipos com comportamento previsível, em função das variações ambientais e a capacidade de responder à melhoria do ambiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar em diferentes regiões fisiográficas de Santa Catarina quatro materiais forrageiros de inverno, oriundos da Nova Zelândia e do Uruguai, com ênfase na produção de forragem e na persistência, com a perspectiva de incorporar os mais promissores aos sistemas produtivos do Estado de Santa Catarina.

## Material e Métodos

Foram implantados quatro experimentos, em Estações Experimentais pertencentes à Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizadas nas regiões do Oeste Catarinense, em Chapecó (27°05'17,9"S e 52°38'11,9"W, 649 m a.n.m.); do Meio Oeste, em Campos Novos (27°22'59,6"S e 51°12'55,9"W e 920 m a.n.m.); do Planalto Sul, em Lages (27°47'51,9"S e 50°19'43,6"W e 930 m a.n.m.) e do Planalto Norte Catarinense, em Canoinhas (26°22'15''S e 50°16'37''W e 800 m a.n.m.). O clima caracteriza-se como Cfa em Chapecó e Cfb nas demais regiões, de acordo com a classificação de Köppen.

Foi utilizado delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições, e quatro cultivares de forrageiras de clima temperado: *Trifolium pratense* (cv. Quinqueli e cv. PG626), *Trifolium alexandrinum* (cv. Elite II) e *Cichorium intybus* (chicória - cv. Puna II). A inclusão da chicória no ensaio se deve a uma pré-análise da comissão estadual de que essa espécie poderia apresentar um comportamento anual em nossas condições, uma vez que em países como Uruguai e Nova Zelândia, onde é utilizada, suporta os meses mais quentes com uso de irrigação. Como o experimento não se propunha a utilizar essa ferramenta, foi decidido incluí-la com as espécies anuais e bianuais, caso houvesse necessidade de ser semeada anualmente. Por não ser espécie fixadora de N, adotou-se o procedimento padrão de manejo forrageiro, com aplicação de N de

acordo com a recomendação técnica para cada tipo de solo.

A área das parcelas foi formada por oito linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,2 m, sendo consideradas úteis as linhas centrais, eliminando-se 0,5 m nas extremidades. Os experimentos foram implantados em setembro de 2009 em Lages e Campos Novos e em maio de 2010 em Canoinhas e Chapecó. Por diversos fatores, os experimentos de Lages e Campos Novos foram prejudicados em 2009, sendo considerados no presente trabalho apenas os dados de entre junho de 2010 a janeiro de 2012 dos quatro locais.

Os solos das áreas experimentais foram classificados como Latossolo Vermelho Distrófico em Chapecó e Canoinhas, Cambissolo Húmico Hálico em Lages e Nitossolo Vermelho em Campos Novos. Os solos foram preparados em sistema convencional, com uma aração e duas gradagens, sendo corrigidos os níveis de fertilidade conforme as recomendações de adubação de cada área, de acordo com o Manual de Adubação e de Calagem para SC e RS (CQFS RS/SC, 2004). As sementes de leguminosas foram inoculadas com inoculantes específicos e pelletizadas. A semeadura foi feita manualmente, em linhas, para todos os cultivares. As densidades de semeadura foram de 15 kg ha<sup>-1</sup> para as cultivares de trevo-vermelho e de trevo-alexandrino e 5 kg ha<sup>-1</sup> para a chicória. A incorporação ao solo foi realizada a um centímetro de profundidade com auxílio de enxada. As parcelas foram mantidas livres de invasoras através da aplicação de herbicidas seletivos para poáceas e realização de capinas para plantas de folhas largas, sempre que necessário.

Para determinação da fitomassa seca do pasto foram realizados cortes, sempre que a altura média da pastagem atingia 20 cm, deixando-se resíduo de 5 cm de altura do nível do solo. Os cortes foram realizados sempre que 50 % das parcelas atingiam a altura recomendada. Após cada corte de avaliação toda a parcela foi roçada e o material cortado retirado da mesma. Nas parcelas com chicória foram aplicados 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia, após cada corte, à exceção do primeiro. O material coletado foi seco em estufa com ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, a fim de obter a produção de fitomassa seca em cada data de corte.

A produção total por período de crescimento foi obtida pela somatória de todos os cortes, transformando os valores em quilos por hectare.

Os dados de cada local foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico Sisvar. Quando constatados efeitos significativos dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada também uma análise conjunta dos quatro locais nos dois anos de avaliação para a produção total de massa seca da pastagem, através da análise de grupos de experimentos.

## Resultados e Discussão

Para a produção total de fitomassa seca da pastagem a análise conjunta de variância comprovou efeitos de espécie forrageira ( $P > 0,000$ ) e local ( $P > 0,0000$ ) e da interação entre esses dois fatores ( $P > 0,0000$ ), nos dois anos de avaliação (Tabela 1). Região Oeste, nos dois anos de avaliação, os trevos-vermelhos foram os materiais mais produtivos, não diferindo entre si, sendo obtidas na região, as maiores produtividades do Estado para as duas cultivares de *Trifolium pratense*, com médias acima de 9.600 e 8.200 kg há<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS, respectivamente para o 1º e 2º ciclos de crescimento (Tabela 1). Esses valores se assemelham aos valores observados por SARTOR et al. (2010), que avaliando genótipos de *T. pratense* na região Sudoeste do Paraná, observaram elevada produção de forragem para esta espécie, com média de cinco genótipos de 8.184 kg ha<sup>-1</sup> de MS em um ciclo de crescimento de junho de 2006 a janeiro de 2007. Neste trabalho foi verificada uma distribuição estacional semelhante a de SARTOR et al. (2010), com produções acima de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS nos cortes realizados entre os meses de agosto a fevereiro tanto para a região Oeste (clima Cfa) como para a região do Planalto Norte (clima Cfb), sendo que os dois cultivares de trevo-vermelho foram muito semelhantes entre si para cada região (Figuras 1a e 1b).

Na Figura 1 é possível observar a redução da produção entre o primeiro e o segundo ciclo de produção, confirmando a característica de espécie bianual do trevo-vermelho (MONTARDO et al., 2003). Apesar da diferença de produção entre as regiões, os dois cultivares de trevo-vermelho apresentaram em comum, em todas as regiões, a redução da produção entre verão e outono e característica primaveral, com maiores produções a partir do mês de setembro. Na região do Planalto Serrano, essa espécie apresenta uma redução acentuada de produção após os cortes do

mês de dezembro, tornando a produzir somente a partir de agosto. Essa característica é importante para legitimar sua utilização apenas como espécie para consorciação com gramíneas adaptadas a região, como o capim-lanudo que apresenta comportamento perene nesta região (HANISCH et al., 2011) a fim de evitar que áreas cultivadas com essa espécie em regiões de altitude permaneçam sem utilização por um período de quase seis meses do ano.

No primeiro ano de avaliação a fitomassa total dos dois cultivares de *T. pratense* e da *Cichorium intybus* não diferiu entre si nas regiões Meio Oeste e Planalto Norte, sendo que os três materiais apresentaram produtividades acima de 7.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS nos dois locais (Tabela 1) que, embora tenham sido menores que na região Oeste, foram promissoras para essas regiões, cujo principal cultivo de inverno é baseado nas aveias forrageiras, com produções médias em torno de 6.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS (FLARESSO et al., 2010). No entanto, a distribuição estacional e o número de cortes foram diferentes, sendo que na região Meio Oeste houve mais cortes, com produções mais baixas por corte tanto para os trevos-vermelhos (Figura 1a e 1b) quanto para a chicória (Figura 2). Embora o clima seja semelhante nas duas regiões, esse resultado deve estar relacionado à diferença na época de estabelecimento dos dois experimentos, conforme descrito em material e métodos. No Planalto Norte tanto os trevos-vermelhos quanto a chicória alcançaram produtividades acima de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS em grande parte dos cortes realizados, enquanto no Meio Oeste foram comuns cortes com produtividades em torno de 500 kg ha<sup>-1</sup>, em especial no segundo ciclo de avaliação (Figuras 1a e 1b).

No segundo ano de avaliação houve diferença entre as regiões Meio Oeste e Planalto Norte para todas as cultivares, sendo que no Meio Oeste, os dois cultivares de *T. pratense* produziram 57% menos que na região do Planalto Norte, enquanto a produção da chicória foi de 4.532 e 10.474 kg há<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, para o Meio Oeste e Planalto Norte (Tabela 1). Sem dúvida essa redução tão acentuada na região Meio Oeste está relacionada à época diferenciada de implantação do experimento e caracteriza claramente a característica bianual dos trevos-vermelhos e indica essa mesma característica para a chicória no Meio Oeste. Por outro lado, a distribuição estacional da chicória na região do Planalto Norte no segundo ano indica excelente adaptação às condições da região, com obtenção de valores

acima de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> nos corte nos meses de agosto/11 a janeiro/12 demonstrando alta persistência dessa espécie para essa região (Figura 2).

A espécie *Cichorium intybus* esteve entre os materiais mais produtivos nos quatro locais e nos dois anos de avaliação, à exceção do segundo ciclo em Chapecó (Tabela 1) onde foi afetada por uma geada. É uma espécie praticamente inexistente no Brasil, sendo que, com manejo de cortes, no primeiro ciclo de crescimento no Meio Oeste e no Oeste e nos dois ciclos na região do Planalto Norte sua produtividade foi próxima à observada por Wang e Cui (2010) que sob pastejo obtiveram produções em torno de 10 t ha<sup>-1</sup> de MS com a cv. Puna. Vale salientar a necessidade de verificar a persistência dos genótipos avaliados, especialmente chicória cv. Puna II quando submetida a regimes mais intensos de corte ou sob pastejo direto.

As produtividades observadas para todos os materiais no Planalto Sul foram as mais baixas do Estado nos dois anos de avaliação (Tabela 1). A chicória foi o material mais produtivo no primeiro ciclo e não diferiu dos cultivares de trevo-vermelho no segundo ciclo de avaliação, no entanto, a distribuição estacional dos dois materiais diferiu, com maior precocidade dos trevos-vermelhos que permitiram cortes a de agosto até dezembro (Figura 1a e 1b), enquanto a chicória na região do Planalto Serrano apresentou comportamento primaveril, estendendo sua produção durante todo o verão (Figura 2). De forma geral, as produções observadas para a região mais fria do Estado de Santa Catarina foram aquém do esperado para essas espécies que possuem relativa adaptação às condições climáticas de baixas temperaturas.

*Trifolium alexandrinum* foi o material com menor produtividade em todos os locais e nos dois anos, sendo que na região do Planalto Norte, não germinou adequadamente no segundo ano, não sendo avaliado neste período (Tabela 1). Caracterizou-se como espécie anual em todas as regiões. Seu ciclo foi mais precoce na região Oeste, com os primeiros cortes ocorrendo entre julho e agosto (Figura 3). Essa espécie permitiu a realização de quatro cortes apenas na região Oeste, sendo que nas demais regiões foi possível a realização de um a três cortes por ano, indicando ser um material com características muito específicas, não podendo ser recomendado como material com potencial para uso em Santa Catarina.

## Conclusões

Dentre os materiais avaliados, os dois cultivares de trevo-vermelho (Quiniqueli e PG 626) e a chicória (*Cichorium intybus*) cv. Puna II apresentaram características produtivas que indicam potencial positivo para cultivo nas condições edafoclimáticas de Santa Catarina, com produtividades adequadas. A distribuição estacional da chicória se estende ao longo da primavera-verão, mantendo-se produtiva por mais de oito meses na região do Planalto Norte, onde perenizou. Nas demais regiões apresentou características de espécie bianual, semelhantes aos trevos-vermelhos.

A espécie *Trifolium alexandrinum* cv. Elite II, sob cortes, apresentou baixas produtividades e curto período produtivo, não sendo indicada para cultivo em todo o Estado.

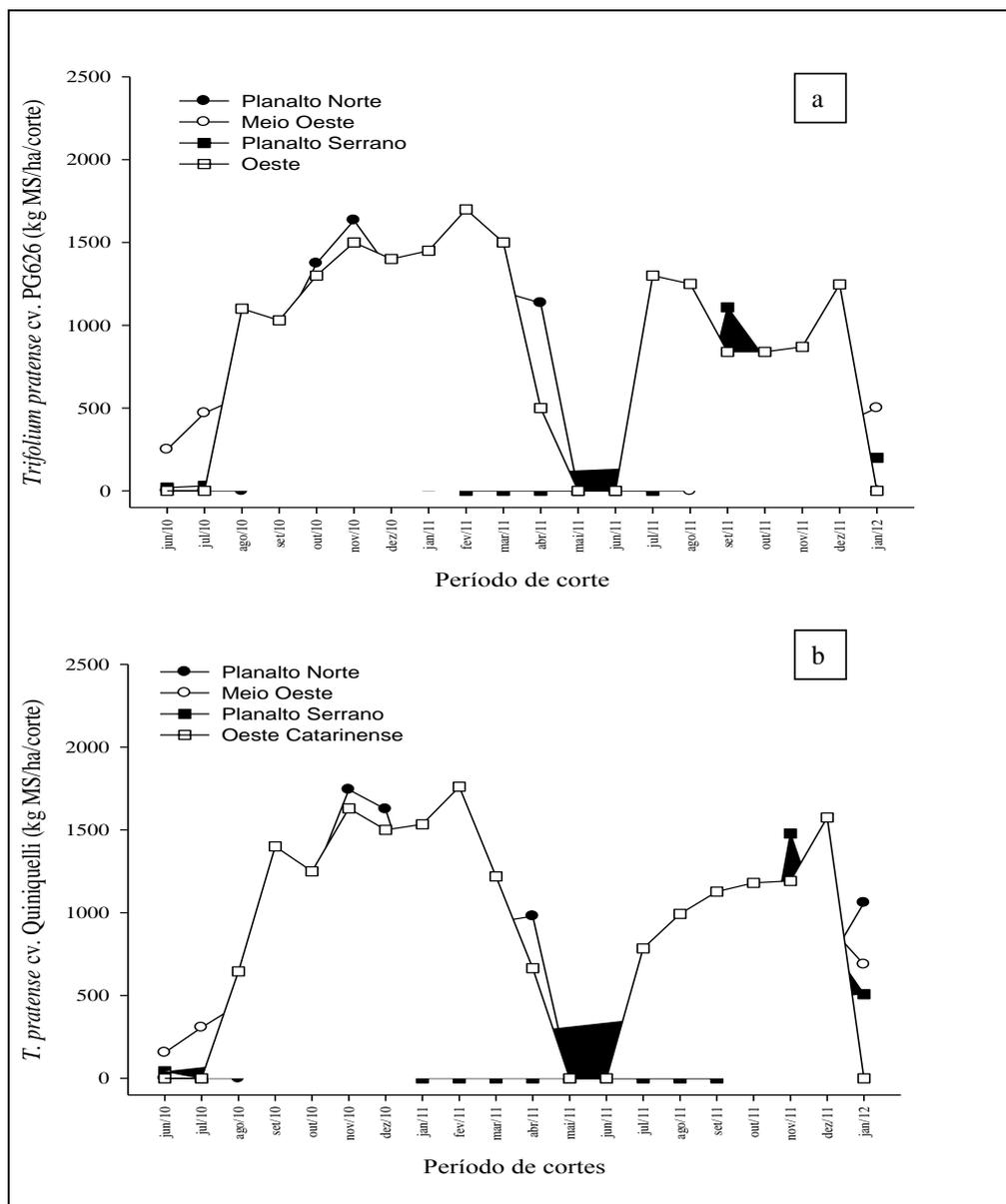
## Referências

- DE CONTO, L. **Caracterização morfológica e estrutural de trevo alexandrino submetido a diferentes intervalos e alturas de corte em consórcio com azevém anual**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS.
- GARCIA, J. A. **INIA Calipso: nuevo cultivar de trébol alejandrino**. Colonia: INIA, 2000. 10 p. (Boletín de Divulgación, 70).
- HACKNEY, B.; DEAR, B.; CROCKER, G. **Berseem clover**. New South Wales: Department of Primary Industries, 2007.
- FLARESSO, J. A.; HANISCH, A. L.; VOGT, G. A. Avaliação de genótipos de aveia durante cinco anos na região do Planalto Norte Catarinense. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 30., 2010, São Carlos. **Resumos...** 2010. 1CD.
- HANISCH, A. L. et al. Comportamento produtivo de populações de capim-lanudo em Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 3, p. 64-68, 2011.
- LI, H.; ZHANG, G.; GUO, P. Study of introduction and culture of Puna Chicory (*Cichorium intybus* L.). **Bulletin of Soil and Water Conservation**, v. 26, p. 50-52, 2006.
- MONTARDO, D. P.; DALL'AGNOL, M; PAIM, N. R. Forage yield and persistence of red clover progenies in two environments. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 447-452, 2003.
- PAIM, N. R. Melhoramento genético de leguminosas forrageiras. In: PEIXOTO, A. M. et al. **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 893-908. (Série atualização em Zootecnia, 10).
- SARTOR, L. R. et al. Cool season forage legumes in Southwestern of Parana. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 4, 2010.
- WANG, Q.; CUI, J. Forage chicory and its cultivars and productive performance-Varieties and productivity. **Pratacult. Science**, v. 27, p.150-156, 2010.
- \_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Perspectives and utilization technologies of chicory (*Cichorium intybus* L.): a review. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.10, p.1966-1977, 2011.

**Tabela 1 - Produção total de fitomassa seca (kg ha<sup>-1</sup> de MS) de pastagens hibernais em quatro regiões fisiogeográficas de Santa Catarina, em dois períodos de crescimento.**

Tratamentos	Oeste	Meio Oeste	Planalto Sul	Planalto. Norte
	Junho/2010 a Abril/2011			
<i>T. pratense</i> cv. Quinqueli	9.810 Aa	7.071 Ab	2.484 ABc	7.328 Ab
<i>T. pratense</i> cv. PG626	9.603 Aa	7.349 Ab	1.957 Bc	7.273 Ab
<i>T. alexandrinun</i> cv. Elite II	1.832 Ca	772 Bab	293 Cb	1.495 Ba
<i>Cichorium intybus</i> cv. Puna II	7.368 Ba	7.125 Aa	3.337 Ab	7.832 Aa
C.V.%	9,32			
	Julho/2011 a Janeiro/2012			
<i>T. pratense</i> cv. Quinqueli	8.736 Aa	2.202 Bc	3.073 Ac	6.428 Bb
<i>T. pratense</i> cv. PG626	8.286 Aa	2.840 Bc	2.703 Ac	5.547 Bb
<i>T.alexandrinun</i> cv. Elite II	3.051 Ba	321 Cb	608 Bb	-
<i>Cichorium intybus</i> cv. Puna II	4.639 Bb	4.532 Ab	3.617 Ab	10.474 Aa
C.V. %	13,74			

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.= coeficiente de variação.



**Figura 1 - Distribuição estacional da produção de dois cultivares de *Trifolium pratense*, cv. PG 626 (a) e cv. Quinquelli (b) em quatro regiões fisiográficas de Santa Catarina.**

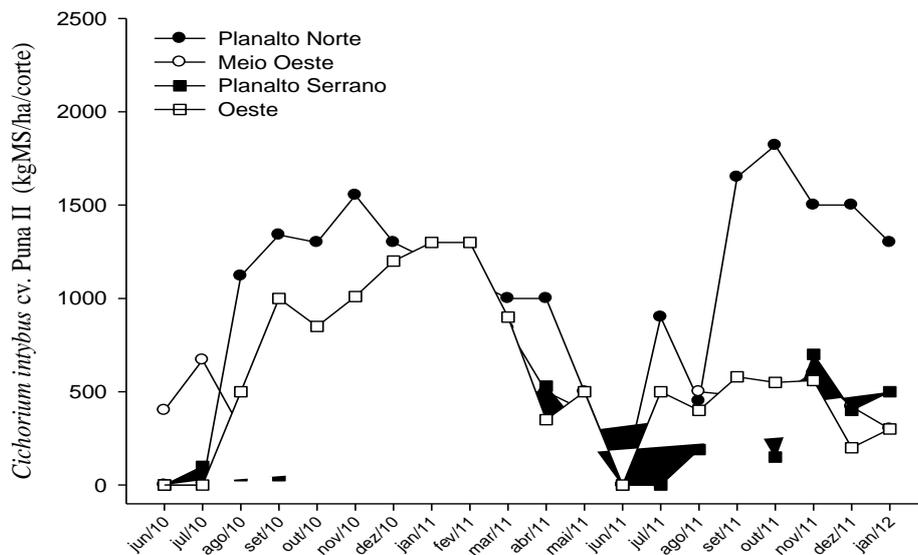


Figura 2 - Distribuição estacional da produção de *Cichorium intybus* (*chicória*) cv. Puna II em quatro regiões fisiográficas de Santa Catarina.

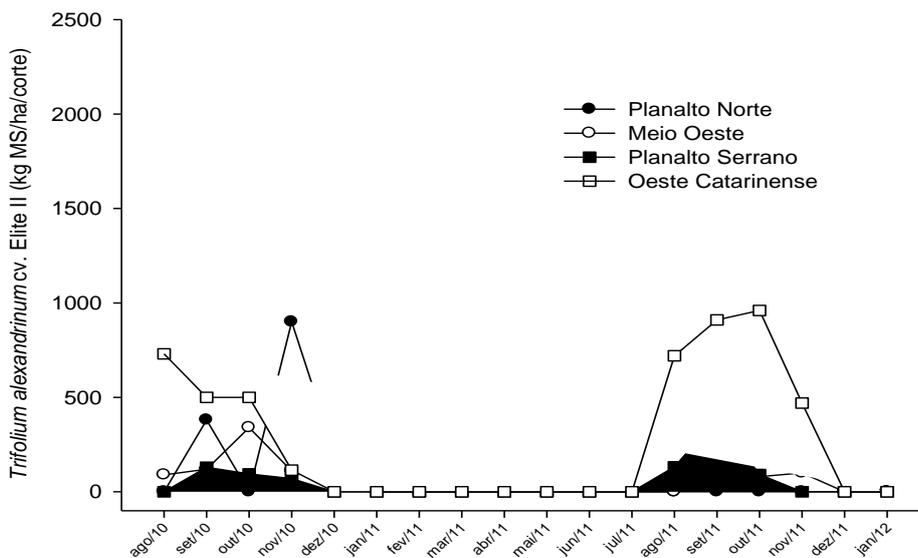


Figura 3 - Distribuição estacional da produção de *Trifolium alexandrinum* cv. Elite II em quatro regiões fisiográficas de Santa Catarina.

# Desempenho agronômico do níger em função da época de semeadura para a Região Sul do Mato Grosso do Sul<sup>1</sup>

Simone Priscila Bottega<sup>2</sup>, Jerusa Rech<sup>2</sup>, Luiz Carlos Ferreira de Souza<sup>3</sup>, Rodolpho Freire

Marques<sup>2</sup>, Maira Cristina Pedrotti<sup>2</sup>, Leonardo Darbello Torres<sup>4</sup>

**Resumo** - O níger (*Guizotia abyssinica*) é uma planta dicotiledônea herbácea anual, pertencente à família Asteraceae. Sua semente é importante para a produção de óleo na Etiópia e em certas partes da Índia. As sementes do níger possuem de 30 a 40% de óleo, sendo utilizado na alimentação, fabricação de tintas e sabonetes. No Brasil, o uso das sementes se restringe principalmente à alimentação de pássaros. Considera-se época ideal de semeadura aquela em que a operação é realizada num período que oferece condições climáticas favoráveis para a cultura e desfavoráveis à incidência de doenças e pragas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico da cultura do níger submetido a diferentes épocas de semeadura. A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da FCA-UFGD, localizado no município de Dourados-MS, no ano agrícola de 2011. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com sete épocas de semeadura, espaçadas em quatorze dias entre si, nos dias 26/01, 09/02, 23/02, 09/03, 23/03, 06/04 e 20/04 de 2011, com quatro repetições. As semeaduras nos meses de janeiro e fevereiro aumentaram a duração do período vegetativo e ciclo total da cultura. A semeadura em 06 de abril resultou em maior produtividade de grãos de níger. Os teores de nitrogênio, proteína e óleo não foram influenciados pelas épocas de semeadura.

**Palavras-chave:** *Guizotia abyssinica*. Manejo cultural. Oleaginosa.

## Agronomic performance of niger according to period of sowing in the south region of Mato Grosso do Sul

**Abstract** - Niger (*Guizotia abyssinica*) is a dicotyledonous annual herbaceous plant, which belongs to the family Asteraceae. Its seed is important to oil production in Ethiopia and in parts of India. Niger seeds have 30-40% oil, which is used to feeding and production of paints and soaps. In Brazil, its use is mainly restricted to feeding birds. It is considered that the ideal time for seeding is within a period that provides favorable climate for the culture and unfavorable to the incidence of diseases and pests. Thus, the objective of this study was to evaluate the agronomic performance of the culture of niger under different sowing periods. The research was conducted in the Experimental Farm of FCA-UFGD, located in Dourados-MS, during the agricultural year of 2011. The experimental design adopted was randomized blocks, with seven sowing periods, fourteen days spaced from each other, on 26/01, 09/02, 23/02, 09/03, 23/03, 06/04 and 20/04 in 2011, with four repetitions. Sowing in January and February increased the duration of the growing season and crop's cycle. Seeding on April 6 resulted in higher productivity of niger seeds. The content of nitrogen, protein and oil were not affected by sowing periods.

**Key words:** *Guizotia abyssinica*. Cultural management. Oleaginous.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 02/05/2014 e aprovado para publicação em 07/08/2014. Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Rodovia Dourados Itahum, km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804 970, Dourados, MS.

<sup>2</sup> Estudantes do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. E-mail: sibottega@hotmail.com.

<sup>3</sup> Professor Associado III da Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD. E-mail: luizsouza@ufgd.edu.br.

<sup>4</sup> Estudante do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, UEMS.

## Introdução

Em 2004, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) com objetivo de estimular a produção de biodiesel a partir de diversas fontes oleaginosas em diversas regiões do território nacional, de forma sustentável, visando também promover a inclusão social, além de garantir preços competitivos, qualidade e suprimento. A concepção do PNPB está baseada em uma base tecnológica que sustenta três visões: ambiental, social e mercadológica (IBICT, 2006).

Para atender a demanda de óleo vegetal será necessário o cultivo de cinco milhões de hectares de oleaginosas (PITOL, 2008). A solução, segundo Dias (2007), está na busca por matérias-primas ideais às condições regionais e que não pertençam às cadeias de produção alimentares. Sachs (2007) partilha da mesma opinião e sustenta que as discussões sobre a inserção de matérias-primas para o biodiesel deveriam considerar a produção de óleos a partir de culturas que também fossem adequadas à recuperação de áreas degradadas e ao cultivo em regiões com condições edafoclimáticas marginais.

Recentemente com o Programa Nacional de Biodiesel, diversas culturas tais como canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), nabo forrageiro (*Raphanus stivus* L. var. *oleiferus* Metzg.), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), níger (*Guizotia abyssinica*), crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) e girassol (*Helianthus annuus*) passaram a ser opção de cultivo comercial, principalmente de inverno, proporcionando ao agricultor alternativas de rotação de cultura.

O níger (*Guizotia abyssinica*) é uma planta dicotiledônea herbácea anual, pertencente à família Asteraceae. A planta pode atingir um porte de 0,5-1,5 m de altura e apresenta folhas opostas e sésseis. A polinização é cruzada, provavelmente feita por abelhas (BESSA et al., 2008). É uma planta nativa da África, das regiões entre a Etiópia e Malawi. Sua semente é importante para a produção de óleo na Etiópia e em certas partes da Índia (WEISS, 2000). Em relação à precipitação pluviométrica, é de média exigência e cresce em zonas temperadas e tropicais. Os níveis de rendimento estão em torno de 200-300 kg ha<sup>-1</sup>, embora possam chegar a 500-600 kg ha<sup>-1</sup>, quando bem manejadas. A espécie

pode ser cultivada com sucesso em rotação com trigo ou milho (GETINET; SHARMA, 1996).

As sementes do níger possuem de 30 a 40% de óleo, sendo este utilizado na alimentação, fabricação de tintas e sabonetes. A torta de níger, que possui de 17 a 19% de proteína, é usada para alimentação animal após extração do óleo. Além disso, pode ser usada como adubação verde na fase do pré-florescimento, e como fonte de néctar para abelhas (DUKE, 1983). No Brasil, o uso das sementes se restringe principalmente à alimentação de pássaros.

A escolha da época de semeadura é uma prática que permite que ocorram melhores condições hídricas durante o desenvolvimento da cultura; ou seja, considera-se época ideal de semeadura aquela em que a operação é realizada num período que oferece condições climáticas favoráveis para a cultura e desfavoráveis à incidência de doenças e pragas. Em geral, semeaduras realizadas fora da época recomendada, resultam em graves prejuízos à produtividade e à qualidade de grãos, em razão da ocorrência de condições adversas e incidência de doenças (EPAGRI, 2008). Com base no histórico climático da região, podem-se definir períodos de semeadura em que é maior a possibilidade de ocorrer temperaturas adequadas e suficiente suprimento de água durante toda estação de crescimento da cultura (FARIAS et al., 2001).

A necessidade de gerar mais informações científicas acerca da produção de sementes de níger motivou a elaboração deste estudo. Objetivou-se, portanto, avaliar o desempenho agrônomo do níger submetido a diferentes épocas de semeadura e o ciclo da cultura em cada época.

## Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no ano agrícola de 2011, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados-MS. A Fazenda Experimental está localizada na latitude 22°13'16''S, longitude 54°48'2''W e altitude de 430 m de altitude. Em um Latossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa (80% de argila, 14% de silte e 6% de areia), originalmente sob vegetação de Cerrado.

O resultado das características químicas do solo foi realizado no Laboratório de Fertilidade

do Solo da UFGD, e analisado segundo metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2009), sendo determinado em amostras de solo coletadas antes da implantação do experimento, na profundidade de 0-20 cm (Tabela 1). Os dados da pluviosidade e de temperatura máximas e mínimas registrados durante o período do experimento podem ser observados na Figura 1.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com sete épocas de semeadura, espaçadas em quatorze dias entre si, nos dias 26/01, 09/02, 23/02, 09/03, 23/03, 06/04 e 20/04 de 2011, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por quatro linhas de níger, espaçadas entre si de 0,50 m, com seis metros de comprimento, sendo a área total de cada parcela de 12 m<sup>2</sup>. A semeadura foi realizada manualmente, de acordo com as épocas estabelecidas nos tratamentos, utilizando uma densidade de 15 sementes por metro linear, deixando um estande final de dez plantas por metro linear. A quantidade de adubo utilizada foi de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-20-20 + 0,3% de boro.

Para facilitar a germinação, após a semeadura, foi realizada irrigação por aspersão em todas as épocas. E quando as plântulas ultrapassaram o índice de emergência superior a 50%, a irrigação foi interrompida.

Também foram realizadas capinas manuais, para eliminação de plantas daninhas, e nas primeiras épocas foram realizadas aplicações de inseticida para o controle do percevejo marrom da soja (*Euschistus heros*).

Os caracteres avaliados foram:

- altura das plantas: medida de dez plantas ao acaso em cada parcela, no momento da colheita;

- número de capítulos por planta e grãos por capítulo: determinados na colheita, contando-se os capítulos de dez plantas escolhidas ao acaso na área útil da parcela, e depois o número de grãos contidos em cada capítulo;

- número de ramificações por planta: determinado na colheita, contando-se as ramificações de dez plantas;

- número de grãos por m<sup>2</sup>: calculado a partir dos dados de peso de mil grãos (PMG) e peso total de grãos da parcela;

- produtividade: foi medida após a seleção e limpeza dos grãos, colhidos dentro da área útil de cada parcela, representada por duas linhas de níger com 6 metros de comprimento. A massa foi determinada em balança de precisão com duas

Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 88-94, 2013.

casas decimais, com os valores expressos de kg ha<sup>-1</sup>, corrigindo-se o grau de umidade para 13%;

- massa seca das plantas: na fase de florescimento foram amostradas dez plantas por parcela, as quais foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas e pesadas em balança de precisão com três casas decimais, para a determinação da massa seca por planta;

- teor de N e proteína nos grãos de níger: os grãos foram moídos em moinho Willey, homogeneizados e submetidos à determinação do teor de N, onde foi feita a digestão sulfúrica (MALAVOLTA; VITTI e OLIVEIRA, 1997) determinada pelo método Kejl Dahl. O teor de proteína no grão foi obtido por meio da conversão nos dados de N multiplicando-os por 6,25;

- teor de óleo nos grãos de níger: a determinação do teor de óleo foi realizada no laboratório de Nutrição Animal da UFGD, no aparelho para determinação de óleos e graxas, pelo método conhecido como Soxhlet desenvolvido por Soxhlet em 1879. Foi obtido o peso de 1 g de grãos moídos para cada amostra. As amostras também foram pesadas, após serem acondicionadas em cartuchos, confeccionados a partir de papel filtro. Para determinação do óleo, foram utilizados 100 ml de hexano para cada amostra. As amostras permaneceram por um período de 2 horas no aparelho para a determinação de óleos e graxas, sendo “lavadas” pelo hexano para a retirada do óleo, em uma temperatura de 85 °C. Após esse procedimento, cada amostra foi pesada, sendo o valor encontrado subtraído do inicial, para a determinação da porcentagem de óleo nos grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar, desenvolvido por Ferreira (2006).

## Resultados e Discussão

O ciclo da cultura do níger foi influenciado pelas épocas de semeadura. Nota-se que, da 1<sup>a</sup> à 7<sup>a</sup> época, o ciclo foi diminuindo, fato que pode ser explicado pela ocorrência de altas temperaturas nas primeiras épocas, que prolongaram o período vegetativo da cultura (Tabela 2).

Esse comportamento do níger pode ser explicado por Duke (1983) que relata que a

temperatura média do ar ideal para o cultivo do niger varia em torno de 13,6 a 27,5 °C, com uma média de 20,3 °C. Nas primeiras épocas (janeiro e fevereiro), as temperaturas estavam mais elevadas (Figura 1) do que as descritas por Duke (1983), sendo que as mesmas podem ter favorecido o aumento do período vegetativo da cultura em relação às últimas épocas (com temperaturas mais amenas), que resultaram em menor número de ramos e florescimento mais rápido (Tabela 2).

O número de ramos/planta, capítulos/planta número de grãos/capítulo foram influenciados pela época de semeadura (Tabela 3). Para a variável altura das plantas não houve influência das diferentes épocas (Tabela 3).

Observou-se que o número de capítulos por planta de niger teve relação direta com o número de ramificações por planta, pois houve maior número de capítulos quando houve maior número de ramificações nas plantas. Entretanto, esse resultado não teve relação com a produtividade, sendo que as últimas épocas, que possuíam menos capítulos/planta, foram as que mais produziram (Tabela 4). Já em relação ao número de grãos capítulo<sup>-1</sup>, nota-se que foram as quatro últimas épocas que produziram mais, uma média de 40 grãos capítulo<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram encontrados por Thomaz (2008) que, trabalhando com épocas de cultivo de girassol, observou que a temperatura média do ar no período vegetativo apresentou correlação negativa com o número de aquênios por capítulo, com maior rendimento de aquênios, teor de óleo e rendimento de óleo, indicando que o girassol tem melhor comportamento em temperaturas mais amenas na fase vegetativa.

Verificou-se diferença significativa para a massa seca da parte aérea, número de grão por m<sup>2</sup> e produtividade (Tabela 4). Para a variável massa seca da parte aérea, houve uma diminuição da 1<sup>a</sup> à 7<sup>a</sup> época. Essa maior biomassa encontrada nas três primeiras épocas pode estar relacionada às maiores precipitações nos meses de janeiro e fevereiro e também a um maior período vegetativo ocorrido nesses meses, fato não ocorrido nos outros meses.

O componente de rendimento determinante na produtividade foi o número de grãos por m<sup>2</sup> (Tabela 4). Observa-se que nas três primeiras épocas houve um número reduzido de grãos por m<sup>2</sup> e a partir da 4<sup>a</sup> época esse número foi

aumentando, e a 6<sup>a</sup> época apresentou um número muito superior em relação a todas as outras.

Essa queda no número de grãos por m<sup>2</sup> nas três primeiras épocas, e o aumento do mesmo a partir da 4<sup>a</sup> época, pode ser explicada pela influência de algum fator ambiental adverso (altas temperaturas, já que o niger é uma cultura de inverno), que deve ter afetado negativamente a fertilidade dos capítulos nas primeiras épocas, reduzindo o número de grãos por m<sup>2</sup>. Logo, o número de grãos por m<sup>2</sup> teve relação direta com a produtividade (quanto maior o número de grãos por m<sup>2</sup> maior foi a produção da cultura).

Analisando a produtividade isolada, observa-se um aumento da produção da 1<sup>a</sup> à 6<sup>a</sup> época, com exceção da 2<sup>a</sup> (Tabela 4), que obteve uma produtividade bem inferior em relação às outras épocas, fato que pode ser atribuído ao dano provocado pelo percevejo marrom da soja, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), antes do florescimento e que só foi controlado quando já tinha causado danos à cultura.

O decréscimo na produção entre a 6<sup>a</sup> e a 7<sup>a</sup> épocas pode ter ocorrido devido à ocorrência de geada na fase de maturação de grãos da 7<sup>a</sup> época. McClinchey e Kott (2008) relatam que durante o florescimento e o enchimento de grãos, a geada pode causar abortamento de flores e retenção da clorofila nos grãos, formando grãos verdes, que afetam a qualidade e a produção de grãos.

Não houve diferença significativa para teor de nitrogênio e proteína nos grãos. Já para a variável teor de óleo (Tabela 5), houve diferença apenas entre a primeira e a sétima época. O baixo teor de óleo encontrado na 7<sup>a</sup> época pode ser devido à ocorrência de geada, que afetou a qualidade dos grãos.

## Conclusões

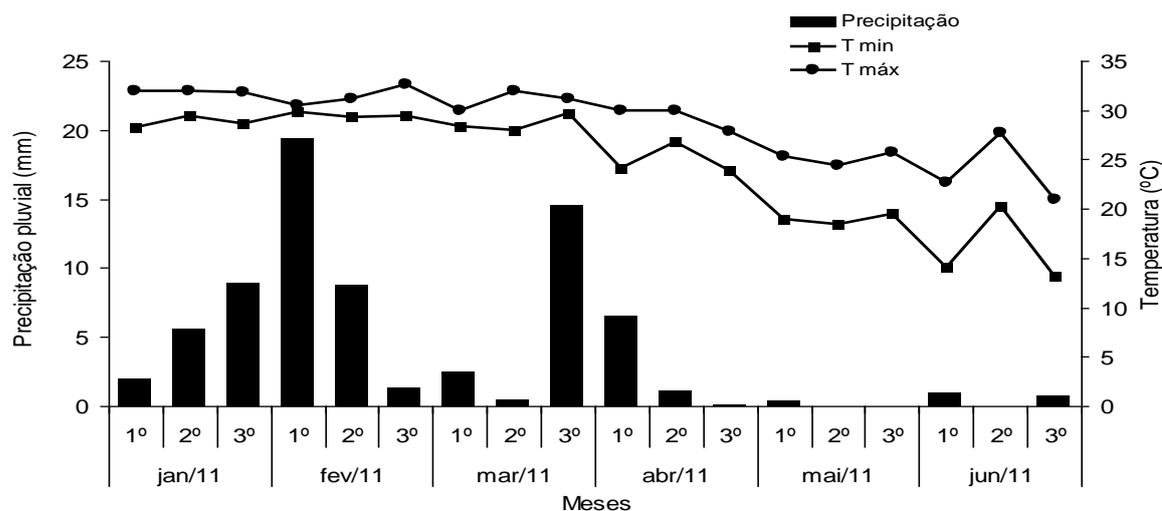
O desempenho agrônomo do niger muda conforme a época de semeadura para a Região Sul do Mato Grosso do Sul. As semeaduras nos meses de janeiro e fevereiro aumentaram a duração do período vegetativo e ciclo total da cultura. Para o Sul do Mato Grosso do Sul, a época ideal para semear o niger fica nos primeiros quinze dias de abril. Os teores de nitrogênio e proteína não foram influenciados pelas épocas de semeadura.

## Agradecimentos

À Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, pela área e mão de obra fornecidas para a realização do trabalho. E à CAPES pela concessão da bolsa e apoio financeiro.

## Referências

- BESSA, O. R. et al. Rendimento de extração mecânica: química e caracterização físico-química do óleo de niger (*Guizotia abyssinica*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008.
- DIAS, G. L. S. Um desafio novo: o biodiesel. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 179-183, 2007.
- DUKE, J.A. *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass. 1983. Handbook of Energy Crops. Disponível em: <[www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Guizotia\\_abyssinica.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Guizotia_abyssinica.html)>. Acesso em: 4 jun. 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA – EPAGRI. 2008. **Época de semeadura**. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=952:epoca-de-semeadura&catid=30:suinoicultura&Itemid=47](http://www.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=952:epoca-de-semeadura&catid=30:suinoicultura&Itemid=47)>. Acesso em: 14 out. 2011.
- FARIAS, J. R. R. et al. Caracterização das regiões de risco climático do girassol nos Estados do Paraná e de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 2001, Fortaleza; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBA, FUNCEME, 2001. v.1, p. 27-28.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Sistema de Análise de Variância. Lavras: UFLA, 2006.
- GETINET, A.; SHARMA, S.M. **Níger. *Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Roma: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI); International Usina Genetic Resources Institute, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IBICT. **Programa nacional de produção e uso do biodiesel**. 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 12 set. 2011.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potáfos, 1997. 308 p.
- MCCLINCHEY, S. L.; KOTT, L. S. Production of mutants with high cold tolerance in spring canola (*Brassica napus*). **Euphytica**, Wageningen, v. 162, p. 51-67, 2008.
- PITOL, C. **Crambe: uma nova opção para produção de biodiesel**. Maracajú: Fundação MS, 2008. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.com.br>>. Acesso em: jan. 2011.
- SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, 2007.
- THOMAZ, G. L. **Comportamento de cultivares de girassol em função da época de semeadura na região de Ponta Grossa, PR**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.
- WEISS, E.A. **Oil seed crops**. 2th. Malden: Blackwell Science, 2000. p. 259-273.



**Figura 1 - Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de janeiro a maio de 2011.**

Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados, MS, 2011.

**Tabela 1 - Valores médios das características químicas do solo, determinadas em amostras de solo coletadas na camada 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Laboratório de Fertilidade do Solo da UFGD. Dourados, MS, 2011.**

pH	P- Mehlich <sup>-1</sup> (H <sub>2</sub> O) (mg dm <sup>-3</sup> )	K -Mehlich <sup>-1</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Al	Ca	Mg	H+Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	SB	T	V(%)
5,95	16,56	5,6	0	57,4	19,5	25,3	80,8	106,1	76,1

**Tabela 2 - Ciclo da cultura do níger em função da época de semeadura. Dourados/MS – 2011.**

Épocas	Data de semeadura	Emergência	Período vegetativo	Florescimento	Ciclo
			(dias)		
1 <sup>a</sup>	26/01	31/01	57	28	112
2 <sup>a</sup>	09/02	14/02	52	28	108
3 <sup>a</sup>	23/02	28/02	44	35	95
4 <sup>a</sup>	09/03	14/03	38	34	85
5 <sup>a</sup>	23/03	28/03	38	24	75
6 <sup>a</sup>	06/04	11/04	37	21	71
7 <sup>a</sup>	20/04	25/04	36	12	67

**Tabela 3 - Altura das plantas (AP), número de ramos por planta (RP), número de capítulos por planta (CP) e número de grãos por capítulo (GC) da cultura do níger, em função de diferentes épocas de semeadura. Dourados, MS, 2011.**

Tratamentos	AP	RP	CP	GC
	(m)	----- (unidade) -----		
1 <sup>a</sup> - 26/01 <sup>1</sup>	1,05 a	12 a	77 a	33 b
2 <sup>a</sup> - 09/02	0,90 a	10 b	52 ab	31 b
3 <sup>a</sup> - 23/02	1,05 a	8 bc	48 ab	33 b
4 <sup>a</sup> - 09/03	1,00 a	7 c	40 b	40 a
5 <sup>a</sup> - 23/03	0,93 a	7 bc	43 b	40 a
6 <sup>a</sup> - 06/04	1,02 a	9 bc	41 b	41 a
7 <sup>a</sup> - 20/04	0,98 a	7 c	37 b	40 a
F <sub>calculado</sub>	2,15 <sup>ns</sup>	13,90*	4,65*	13,08*
C.V. (%)	8,30	13,24	20,72	6,79

\*= significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; <sup>ns</sup> = não significativo pelo teste F; C.V. = coeficiente de variação; <sup>1</sup> = médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4 - Massa seca da parte aérea (MS), número de grãos por m<sup>2</sup> (Grãos/m<sup>2</sup>) e Produtividade (Prod) da cultura do níger, em função de diferentes épocas de semeadura, Dourados, MS, 2011.**

Tratamentos	MS	Grãos/m <sup>2</sup>	Prod
	(g)	(g)	(kg ha <sup>-1</sup> )
1 <sup>a</sup> - 26/01 <sup>1</sup>	23,27 a	1875 bc	85,46 bc
2 <sup>a</sup> - 09/02	22,67 a	583 c	22,05 c
3 <sup>a</sup> - 23/02	20,05 ab	2833 bc	96,32 bc
4 <sup>a</sup> - 09/03	12,70 bc	4871 b	167,38 b
5 <sup>a</sup> - 23/03	12,57 bc	4163 bc	141,15 b
6 <sup>a</sup> - 06/04	15,90 abc	12743 a	440,80 a
7 <sup>a</sup> - 20/04	10,10 c	4716 b	116,80 bc
F <sub>calculado</sub>	9,82*	25,48**	28,84*
C.V. (%)	20,11	34,39	32,90

\*= significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; \*\*= significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; C.V. = coeficiente de variação; <sup>1</sup> = médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5 - Teor de nitrogênio nos grãos (N grãos), teor de proteína nos grãos (Prot grãos) e teor de óleo nos grãos (Óleo grãos) da cultura do níger, em função de diferentes épocas de semeadura. Dourados, MS, 2011.**

Tratamentos	N grãos <sup>1</sup>	Prot grãos	Óleo grãos
	(g kg <sup>-1</sup> )	(%)	(%)
1 <sup>a</sup> - 26/01 <sup>1</sup>	7,17 a	44,84 a	33,75 a
2 <sup>a</sup> - 09/02	8,15 a	50,94 a	26,00 ab
3 <sup>a</sup> - 23/02	7,37 a	46,09 a	28,75 ab
4 <sup>a</sup> - 09/03	8,42 a	52,66 a	28,50 ab
5 <sup>a</sup> - 23/03	7,25 a	45,31 a	26,25 ab
6 <sup>a</sup> - 06/04	8,70 a	54,37 a	29,50 ab
7 <sup>a</sup> - 20/04	8,55 a	53,44 a	19,00 b
F <sub>calculado</sub>	0,78 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	2,79*
C.V. (%)	18,76	18,76	19,67

\*= significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; <sup>ns</sup> = não significativo pelo teste F; C.V. = coeficiente de variação; <sup>1</sup> = médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

# Uso de LEDs na multiplicação e enraizamento *in vitro* de framboeseiras<sup>1</sup>

Paulo Sérgio Gomes da Rocha<sup>2\*</sup>, Roberto Pedroso de Oliveira<sup>3</sup>, Walkyria Bueno Scivittaro<sup>4</sup>

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso dos LEDs na multiplicação e enraizamento das framboeseiras cultivar Batum e Dorman Red. As brotações foram multiplicadas em meio MS contendo 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol, 7 g L<sup>-1</sup> de ágar. Após multiplicadas, foram enraizadas em meio ½MS suplementado por 0,1 mg L<sup>-1</sup> de ANA. As brotações foram cultivadas em ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C, 16 horas de fotoperíodo e luminosidade de 20 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> fornecida por LEDs azuis, verdes, vermelhos, lâmpadas growlux e fluorescentes. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 5 x 2 com oito repetições. Os LEDs contribuem para o aumento da multiplicação e enraizamento *in vitro* das brotações de framboeseiras cultivar Batum e Dorman Red. Obtiveram-se as maiores porcentagens de enraizamento com a Batum (95,9%) e Dorman Red (90,2%) cultivadas sob os LEDs vermelhos, os quais contribuíram para o maior comprimento das brotações enraizadas. Para Batum, a maior quantidade de massa fresca e massa seca ocorreu sob lâmpadas fluorescentes (280,45 mg e 59,20 mg/brotação), e para Dorman Red foi sob LEDs vermelhos (271,45 e 64,45 mg/brotação).

**Palavras-Chave:** Luz. Micropropagação. Meio de cultura. Qualidade da luz.

## LED - New light source for multiplication and rooting *in vitro* of raspberry

**Abstract** - The aim of this research was to evaluate the use of LEDs in multiplication and rooting of raspberry cultivars Batum and Dorman Red. Buds were multiplied on MS medium supplemented with 30 g L<sup>-1</sup> sucrose, 100 mg L<sup>-1</sup> myo-inositol, 7 g L<sup>-1</sup> agar. After multiplied they were rooted on ½ MS medium supplemented with 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA. In both phases the buds were grown at the temperature of 25 ± 2 °C, 16 h photoperiod and light of 20 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> provided by blue LEDs, green LEDs, red LEDs, lamps growlux and lamps fluorescent. The experimental was randomized design, and treatments were arranged in 5 x 2 factorial with eight replications. LEDs contribute to increased multiplication and rooting of shoots of cultivars raspberry Batum and Dorman Red. The highest rooting percentages were obtained with Batum (95.9%) and Dorman Red (90.2%) grown under red LEDs, which contributed to the greater length of the rooted shoots. The highest percentage of rooting for Batum (95.9%) and Dorman Red (90.2%) was obtained under red LEDs, as well as the length of the buds rooted. To Batum the largest amount of fresh and dry mass occurred under fluorescent (280.45 mg and 59.20 mg/bud), and Dorman Red was under red LEDs (271.45 and 64.45 mg/bud).

**Key words:** Micropropagation. Tissue culture. Light quality.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 06/10/2013 e aceito para publicação em 12/08/2014.

<sup>2\*</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Av. Sete de Setembro, 1621, Cx. Postal 743, CEP 99700-000, Erechim, RS, Brasil. E-mail: rocha@uricer.edu.br.

<sup>3</sup> Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: roberto.pedroso@embrapa.br.

<sup>4</sup> Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: walkyria.scivittaro@embrapa.br.

## Introdução

As frutas da framboeseira (*Rubus idaeus* L.) têm sido largamente consumidas, tanto *in natura* como processadas na forma de geleia, suco e iogurte. Nos últimos anos, a framboesa tem ocupado uma posição de destaque devido aos potenciais benefícios para a saúde, por apresentar em sua constituição diversos fitoquímicos, tais como flavonoides, taninos e ácidos fenólicos, os quais têm propriedades antioxidantes, antiinflamatórias e anticancerígenas (SEERAM et al., 2006).

A framboeseira pode ser propagada por vários métodos, e dentre eles podem-se citar estaquia de raízes, estacas enraizadas e mudas obtidas pelas técnicas de cultura de tecidos de plantas, sendo a última forma de propagação considerada a mais segura por este tipo de muda ser livre de patógenos, tais como vírus, fungos e bactérias (OLIVEIRA et al., 2009). Além disso, as técnicas de cultura de tecidos possibilitam produzir elevado número de mudas em espaço limitado e tempo relativamente curto (WU et al., 2009).

Os protocolos para a micropropagação da framboeseira existem há mais de 20 anos. Contudo, com o passar dos anos, ocorreram algumas modificações visando otimizar o processo de produção de mudas obtidas pela cultura de tecidos, como o ajuste da concentração de ferro no meio de cultura objetivando reduzir a clorose internerval das brotações micropropagadas (ZAWADZKA e ORLIKOWSKA, 2006). Avanços também ocorreram nas condições de cultivo dos explantes micropropagados, sendo os diodos emissores de luz (LEDs) a fonte de luz que ganhou destaque por possuir características ímpares em relação às fontes tradicionais e ter potencial para aplicação comercial (YEH e CHUNG, 2009; DING et al., 2010; ROCHA et al., 2010).

Os LEDs possuem características mais avançadas do que as lâmpadas fluorescentes e incandescentes, comumente usadas como fontes de radiação convencional. Dentre essas características, destacam-se: o comprimento de onda específico, pequena massa e volume, longo período de vida e baixo aquecimento, fato que contribui para a aquisição de um sistema de resfriamento menos potente e que, conseqüentemente, consumirá menos energia (ROCHA et al., 2010; ROCHA et al. 2013).

Existem alguns trabalhos de avaliação do uso dos LEDs como fonte de luz alternativa às lâmpadas tradicionais usadas na sala de cultivo *in vitro* de plantas em espécies como morangueiro (ROCHA et al., 2010) e orquídea (SKIN et al., 2008), entre outras. De acordo com esses autores, os LEDs têm contribuído para o aumento da quantidade de clorofila e carotenoides, número de brotações por explante e comprimento da brotação.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar os LEDs como fonte alternativa de luz na multiplicação e enraizamento *in vitro* de framboeseira Batum e Dorman Red.

## Material e Métodos

O presente trabalho de multiplicação e enraizamento *in vitro* de framboeseiras (*R. idaeus*) foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Clima Temperado, localizado em Pelotas, RS.

Para a fase de multiplicação, foram utilizadas como explantes brotações de framboeseiras das cultivares Batum e Dorman Red com 30 dias de cultivo *in vitro*, medindo aproximadamente  $10 \pm 2$  mm de comprimento e contendo de 3 a 4 gemas. As brotações foram inoculadas em frascos de vidro com capacidade de 250 mL, contendo 40 mL de meio de cultura. O meio de cultura foi composto pelos sais e vitaminas do meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962), acrescido por mais 50% da concentração de ferro ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol, 0,8 mg L<sup>-1</sup> de BAP (6-benzilaminopurina) e 7 g L<sup>-1</sup> de ágar (OLIVEIRA et al., 2009). O pH do meio de cultura foi ajustado para 5,8, após a adição do ágar e em seguida foi autoclavado a uma temperatura de 121 °C à 1,5 atm durante 20 minutos.

Os explantes foram cultivados em sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas, temperatura de  $25 \pm 2$  °C e intensidade luminosa de 20  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  fornecida por diferentes fontes de luz (LEDs azuis-EDEB 3LA1 470 nm, LEDs verdes-EDET 3LA1 530 nm, LEDs vermelhos-EDER 3LA3 630 nm, lâmpadas growlux e lâmpadas fluorescente – tratamento controle), durante um período de 90 dias. Sendo a cada 30 dias transferidos para novo meio de cultura após a avaliação do número de brotações formadas por explante e comprimento médio da brotação.

Para a fase de enraizamento utilizou-se brotações com aproximadamente 20 mm de comprimento selecionadas do meio de multiplicação. As brotações foram cultivadas em meio de cultura MS com redução de 50% da concentração dos sais ( $\frac{1}{2}$ MS), acrescido de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol, 7 g L<sup>-1</sup> de ágar e 0,1 mg L<sup>-1</sup> de ANA (ácido naftaleno acético), sendo o pH ajustado para 5,8 (OLIVEIRA et al., 2009). Nessa fase, foi utilizado o mesmo número de explante e volume de meio de cultura por frasco e as mesmas condições de cultivo usadas na fase de multiplicação. Após 35 dias, foram avaliados a porcentagem de enraizamento, o número médio de raízes, o comprimento médio da brotação enraizada, massa fresca e massa seca das brotações sem as raízes.

Para a determinação da massa fresca e massa seca foram utilizadas 40 brotações de cada cultivar mantida sob cada tipo de luz. As brotações sem as raízes foram acondicionadas em saco de papel e posteriormente colocadas em estufas ventiladas com temperatura de aproximadamente 60 °C, até atingir peso constante.

O delineamento experimental utilizado, nas duas fases de cultivo, foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, sendo os fatores cultivar e fonte de luz. Foram utilizadas oito repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por um frasco contendo cinco explantes. A análise de variância e as médias dos tratamentos obtidas durante as duas fases de cultivos foram analisadas e comparadas pelo teste de Duncan. Os dados número médio de brotações por explante e número médio de raízes foram transformados em raiz quadrada de ( $x + 0,5$ ), a porcentagem de enraizamento foi transformada em arco seno ( $x/100$ ), sendo a média das demais variáveis sem transformação.

## Resultados e Discussão

A interação entre fonte de luz e cultivar teve efeito significativo no número de brotações formadas por explante e comprimento médio das brotações (Tabela 1). O maior número de brotações formadas por explante foi obtido com a cultivar Batum cultivada sob os LEDs vermelhos EDER 3LA3 (4,47 brotações explante<sup>-1</sup>), lâmpadas growlux (4,30 brotações explante<sup>-1</sup>) e lâmpadas fluorescentes (4,02 brotações explante<sup>-1</sup>),

não havendo diferença entre as três fontes de luz supracitadas. Por outro lado, observou-se que na cultivar Dorman Red o maior número de brotações (2,75 brotação explante<sup>-1</sup>) ocorreu com os explantes cultivados sob o LEDs azuis EDEB 3LA1 e o menor número (1,86 brotações/plante) com os explantes cultivados sob as lâmpadas fluorescentes.

Essa diferença observada no número de brotações formadas por explante entre as duas cultivares utilizadas pode ser atribuída ao fator de ordem genética, pois, embora pertençam à mesma espécie, pode ocorrer variação entre variedades. Além disso, Oliveira e Nino (2009) já haviam demonstrado que a cultivar Batum é mais responsiva *in vitro* do que a Dorman Red, ao avaliarem o potencial de multiplicação de quatro cultivares de framboeseira. Dessa forma, esse mesmo fator que influenciou o número de brotações formadas por explante pode ter influenciado na determinação do tipo de luz mais adequado para a otimização do número de brotações formadas por explante.

Trabalhando com o porta-enxerto de videira Teleki 5BB, Heo et al. (2006) observaram não haver diferença no número de brotações formadas por explante cultivado sob os LEDs vermelhos (4,5 brotações), lâmpadas fluorescentes (4,0 brotações) e LEDs azuis (3,9 brotações). Avaliando a multiplicação *in vitro* da cultivar Batum cultivadas sob folha de filtro de luz de cor amarela, azul, vermelha e verde colocadas sobre os frascos Erig e Schuch (2005), obtiveram o maior número de brotações formadas com os explantes cultivados sob o filtro verde e filtro vermelho (3,55 e 3,14 brotações explante<sup>-1</sup>, respectivamente).

Quanto ao comprimento médio da brotação, o maior comprimento (19,45 mm) foi obtido com as brotações da cultivar Dorman Red mantida sob os LEDs verdes EDET 3LA1, e o menor comprimento (14,01 mm) com as brotações cultivadas sob as lâmpadas fluorescentes. Por outro lado, com a cultivar Batum verificou-se que as brotações de maior comprimento foram aquelas cultivadas sob as lâmpadas growlux (16,02 mm), LEDs vermelhos EDER 3LA3 (15,66 mm) e LEDs azuis EDEB 3LA1 (14,86 mm), as quais não diferiram entre si. O menor comprimento das brotações da cultivar Batum também foi obtido sob as lâmpadas fluorescentes (13,61 mm) (Tabela 1). Kim et al. (2004) já haviam mostrado que o comprimento das

brotações de crisântemo cultivadas sob os LEDs vermelhos foi maior do que o das brotações mantidas sob as lâmpadas fluorescentes (50 e 25 mm, respectivamente).

Avaliando a resposta das brotações de morangueiro Akihime cultivadas sob diferentes fontes de luz, Nhut et al. (2003) verificaram que o comprimento das brotações cultivadas sob os LEDs vermelhos (7,9 cm) foi superior ao comprimento das brotações mantidas sob as lâmpadas fluorescentes (6,5 cm). Heo et al. (2006) mostram em seu trabalho com a qualidade da luz no porta-enxerto de videira Teleki 5BB que as brotações cultivadas *in vitro* sob os LEDs vermelhos apresentaram o dobro do comprimento daquelas mantidas sob as lâmpadas fluorescentes.

De modo geral, as brotações de maior comprimento são as mais desejáveis, não só por facilitarem a separação dos explantes multiplicados, como também por enraizarem mais facilmente quando induzidas em meio de cultura apropriado, podendo assim dispensar uma fase de cultivo para alongamento das brotações (ROCHA et al., 2010).

Na fase de enraizamento, observou-se interação entre os fatores fontes de luz e cultivar para as variáveis porcentagem de enraizamento, número médio de raízes e comprimento médio da brotação enraizada. O maior percentual de enraizamento foi obtido com as brotações da cultivar Dorman Red mantidas sob LEDs vermelhos EDER 3LA3 (98,7%), o qual não diferiu do percentual obtido com as lâmpadas fluorescentes (90,2%). Por outro lado, o resultado obtido na cultivar Dorman Red com os LEDs vermelhos EDER 3LA3, melhor fonte de luz para o enraizamento da framboeseira, foi confirmada com a cultivar Batum, a qual alcançou a maior porcentagem (95,9%) sob esta fonte de luz. Além disto, observou-se que a menor porcentagem de enraizamento da cultivar Batum (1,60%) e Dorman Red (28,54%) foi obtida com as brotações cultivadas sob os LEDs azuis EDEB 3LA1 (Tabela 2). Avaliando a qualidade da luz no enraizamento da amoreira-preta cv. Tupy, Rocha et al. (2013) verificaram que a porcentagem de enraizamento variou entre 99,8 e 93,0%, sendo a menor média obtida com as brotações cultivadas sob os LEDs verdes, a qual não diferiu daquelas mantidas sob os LEDs azuis.

Quanto ao número de raízes, observou-se em ambas as cultivares que o maior número foi obtido nas brotações cultivadas sob os LEDs

vermelhos EDER 3LA3 e lâmpadas fluorescentes, os quais não diferiram entre si (Tabela 2). Resultados distintos foram observados por Rocha et al. (2013) que, trabalhando com a amoreira-preta Tupy, obtiveram diferença no número de raízes formadas nas brotações cultivadas sob os LEDs vermelhos (6,03 raízes brotação<sup>-1</sup>) e lâmpadas fluorescentes (4,67 raízes brotação<sup>-1</sup>).

Esse resultado difere dos obtidos por Chang et al. (2003) que, trabalhando no enraizamento de brotações de lírio, obtiveram o maior número de raízes (4 raízes brotação<sup>-1</sup>) nas brotações cultivadas sob lâmpada fluorescente e sob os LEDs vermelhos EDER 3LA3 apenas 1,7 raízes por brotação.

Em relação ao comprimento das brotações enraizadas, observou-se que as brotações da cultivar Batum (33,48 mm) e Dorman Red (22,82 mm) mantidas sob os LEDs vermelhos EDER 3LA3 foi superior ao das brotações mantidas sob as lâmpadas fluorescentes (22,70 e 22,17 mm, respectivamente) (Tabela 2). A constatação de que os LEDs vermelhos favorecem o crescimento das brotações já havia sido previamente relatada por Heo et al. (2006) que, trabalhando com o porta-enxerto de videira Teleki 5BB, obtiveram sob os LEDs vermelhos brotações com o dobro do comprimento das brotações cultivadas sob lâmpadas fluorescentes. Chang et al. (2003) trabalhando com lírios sob diferentes tipos de luz verificaram que os LEDs aumentaram significativamente o comprimento das brotações enraizadas, sendo as brotações de maior comprimento aquelas mantidas sob os LEDs vermelhos (97,6 mm) e LEDs azuis (93,4 mm), diferindo-se do comprimento das brotações cultivadas sob lâmpadas fluorescentes (64,1 mm).

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da interação significativa dos fatores avaliados para o peso da massa fresca e massa seca da parte aérea da brotação. Para a cultivar Batum, a maior quantidade de massa fresca e massa seca foi obtida quando as brotações foram cultivadas sob as lâmpadas fluorescentes (280,45 mg e 59,20 mg por brotação). Por outro lado, nas brotações da cultivar Dorman Red, a maior quantidade de massa fresca ocorreu naquelas cultivadas sob os LEDs vermelhos, sendo superior a das brotações mantidas sob lâmpadas fluorescentes (236 mg por brotação). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Rocha et al. (2013) que avaliaram a amoreira-preta e obtiveram as

maiores médias para as variáveis acima citadas sob os LEDs vermelhos. Por outro lado, no porta-enxerto de videira Teleki 5BB cultivado *in vitro* sob diferentes fontes de luz, Heo et al. (2006) verificaram que a maior quantidade de massa fresca e massa seca foram obtidas sob os LEDs vermelhos e as lâmpadas fluorescentes, os quais não diferiam entre si. Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos por Chang et al. (2003) que, avaliando os diodos emissores de luz na micropropagação de lírio (*Zantedeschia albomaculata*), obtiveram a maior quantidade de massa fresca e massa seca com as brotações cultivadas sob os LEDs vermelhos. De acordo com Chung; Huang e Dai (2010), a luz vermelha está envolvida no desenvolvimento do aparato fotossintético e na acumulação de amido.

Os resultados obtidos no presente trabalho evidenciam o potencial dos LEDs como fonte de luz para a multiplicação e enraizamento *in vitro* dos explantes de framboeseira. Além de promover um incremento nos explantes cultivados nas duas fases de cultivo, tais como brotações de maior comprimento, os LEDs apresentam pequena massa e volume, menor consumo de energia elétrica, baixo aquecimento e período de vida útil superior aos da lâmpada fluorescente.

### Conclusões

Os diodos emissores de luz (LEDs) apresentam potencial para serem usados como fonte de luz em salas de cultivo de framboeseira micropropagada. Das fontes de luz avaliadas, os LEDs vermelhos EDER 3LA3 630 nm são a fonte de luz mais apropriada para a multiplicação e enraizamento das brotações das framboeseira, pois a mesma iguala e/ou supera as lâmpadas fluorescentes.

O potencial de multiplicação com uso de LEDs na cultivar Batum é superior ao da Dorman Red.

### Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado) pela concessão de bolsas e financiamento de projeto.

### Referências

CHANG, H. S. et al. Micropropagation of *Gallia lili* (*Zantedeschia albomaculata*) via *in vitro* shoot tip proliferation. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, Columbia, v. 39, p. 129-134, 2003.

CHUNG, J. P.; HUANG, C. Y.; DAI, T. E. Spectral effects on embryogenesis and plantlet growth of *Oncidium* 'Gower Ramsey'. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 124, p. 511-516, 2010.

DING, Y. et al. Effects of a new light source (cold cathode fluorescent lamps) on the growth of tree peony plantlets *in vitro*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, p. 167-169, 2010.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. W. Tipo de luz na multiplicação *in vitro* de framboeseira (*Rubus idaeus* L.) 'Batum'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 488-490, 2005.

HEO, J. W. et al. Light quality affects *in vitro* growth of grape 'Teleki 5BB'. **Journal of Plant Biology**, v. 49, n. 9, p. 276-280, 2006.

KIM, S. J. et al. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 110, p. 143-151, 2004.

MURASHIGE, T., SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

NHUT, D. T. et al. Responses of strawberry plantlets cultured *in vitro* under superbright red and blue light-emitting diodes (LEDs). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 73, p. 43-52, 2003.

OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P. Potencial de multiplicação *in vitro* de cultivares de framboesiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 280-284, 2009.

OLIVEIRA, R. P. et al. **Nova metodologia para a micropropagação de framboeseira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 4p. (Comunicado Técnico, 211)

ROCHA, P. S. G. et al. Diodos emissores de luz e concentrações de BAP na multiplicação *in vitro* de morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 1922-1928, 2010.

ROCHA, P. S. R. et al. Diodos emissores de luz e concentrações (LEDs) na micropropagação de amoreira-preta cv. Tupy. **Horticultura Argentina**, Mendoza, v. 32, n. 79, p. 14-19, 2013.

SEERAM, N. P. et al. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells *in vitro*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, p. 9329-9339, 2006.

SKIN, H. S. et al. The effect of light quality on the growth and development of *in vitro* cultured *Doritaenopsis* plant. **Acta. Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 30, p. 339-343, 2008.

YEH, N.; CHUNG, J. P. High-brightness LEDs: energy efficient lighting sources and their potential in door plant cultivation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Taiwan, p. 1-6, 2009.

WU, J. H. et al. Factors affecting the efficiency of micropropagation from lateral buds and shoot tips of *Rubus*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 99, p. 17-25, 2009.

ZAWADZKA, M.; ORLIKOWSKA, T. The influence of FeEDDHA in red raspberry cultures during shoot multiplication and adventitious regeneration from leaf explants. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 85, p. 145-149, 2006.

**Tabela 1 - Número médio de brotações por explante e comprimento médio das brotações de framboeseira cultivada sob diferentes fontes de luz.**

Fonte de luz	Número médio de brotações	
	Cultivar	
	Batum	Dorman Red
Leds azuis EDEB 3LA1	3,90 bcA	2,75 aB
Leds verdes EDET 3LA1	3,60 cA	2,24 bB
Leds vermelhos EDER 3LA3	4,47 aA	2,22 bB
Lâmpadas Growlux	4,30 abA	2,11 bcB
Lâmpadas Fluorescentes (Controle)	4,02 abcA	1,86 cB
CV (%)	1,89	
	Comprimento médio das brotações (mm)	
Leds azuis EDEB 3LA1	14,86 abA	15,61 bA
Leds verdes EDET 3LA1	14,44 bcB	19,45 aA
Leds vermelhos EDER 3LA3	15,66 abA	16,64 bA
Lâmpadas Growlux	16,02 aA	16,60 bA
Lâmpadas Fluorescentes (Controle)	13,61 cA	14,01 cA
CV (%)	7,73	

\* Médias não seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2 - Porcentagem de enraizamento, número médio de raízes e comprimento médio das brotações enraizadas, após 35 dias de cultivo sob diferentes tipos de luz.**

Fonte de luz	<i>Porcentagem de enraizamento</i>	
	Cultivar	
	Batum	Dorman Red
Leds azuis EDEB 3LA1	1,60 cB	28,54 cA
Leds verdes EDET 3LA1	4,49 cB	80,62 bA
Leds vermelhos EDER 3LA3	95,99 aA	98,66 aA
Lâmpadas Growlux	52,51 bA	44,48 cA
Lâmpadas Fluorescentes (Controle)	70,96 bA	90,26 abA
CV (%)	33,52	
	<i>Número médio de raízes</i>	
Leds azuis EDEB 3LA1	0,40 cB	1,03 cA
Leds verdes EDET 3LA1	0,42 cB	2,19 bA
Leds vermelhos EDER 3LA3	3,94 aA	3,90 aA
Lâmpadas Growlux	1,83 bA	1,98 bA
Lâmpadas Fluorescentes (Controle)	2,99 aA	3,30 aA
CV (%)	17,17	
	<i>Comprimento médio da brotação (mm)</i>	
Led azul EDEB 3LA1	22,13 cA	22,29 bA
Led verde EDET 3LA1	22,52 bA	22,37 bA
Led vermelho EDER 3LA3	33,48 aA	22,82 aB
Lâmpada Growlux	22,81 bA	22,53 abA
Lâmpada Fluorescente (Controle)	22,70 bA	22,17 bB
CV (%)	13,69	

\* Médias não seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3 - Peso médio da massa fresca e massa seca da parte aérea das brotações de framboesiras Batum e Dorman Red enraizadas sob diferentes fontes de luz, após 35 dias de cultivo.**

Fonte de luz	<i>Massa fresca (mg por brotação)</i>	
	Cultivar	
	Batum	Dorman Red
Leds azuis EDEB 3LA1	69,95 cB	106,45 dA
Leds verdes EDET 3LA1	72,95 cB	111,70 dA
Leds vermelhos EDER 3LA3	184,32 bB	271,45 aA
Lâmpadas Growlux	161,19 bA	167,95 cA
Lâmpadas Fluorescentes (Controle)	280,45 aA	236,70 bB
Média	166,31	
CV (%)	15,32	
	<i>Massa seca (mg por brotação)</i>	
Leds azuis EDEB 3LA1	12,75 cA	18,20 cA
Leds verdes EDET 3LA1	15,05 cB	23,70 cA
Leds vermelhos EDER 3LA3	45,00 bB	64,45 aA
Lâmpadas Growlux	37,45 bA	43,70 bA
Lâmpadas Fluorescentes (Controle)	59,20 aA	56,70 aA
Média	31,62	
CV (%)	21,56	

\* Médias não seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

# Tamanho de fruto em quiveiros em função do número de sementes<sup>1</sup>

Rafael Anzanello<sup>2</sup>, Paulo Vitor Dutra de Souza<sup>3</sup>, Emiliano Santarosa<sup>4</sup>, Ernani Pezzi<sup>5</sup>

**Resumo** - Este trabalho objetivou avaliar a influência do número de sementes de quatro cultivares de quiveiro sobre a massa fresca, comprimento e largura dos frutos. Utilizaram-se quatro cultivares de quiveiro (Monty, Elmwood, Abbott e Bruno), enxertadas sobre o porta-enxerto Bruno, conduzidas em sistema de sustentação tipo T, com espaçamento de 6,00 m x 3,00 m e poda mista. Foram coletados aleatoriamente, em abril de 2008, 30 frutos por cultivar. Associou-se, pela análise de regressão, a massa fresca, em gramas; comprimento e largura dos frutos, em milímetros, com o número de sementes por fruto. Os resultados mostraram que quanto maior o número de sementes por fruto, maior o seu tamanho, para todas as cultivares. O número necessário de sementes por fruto, para atingir um padrão comercial (80g), foi de aproximadamente 400 sementes nas cultivares Elmwood e Monty, enquanto nas cultivares Bruno e Abbott foi de 600 a 700 sementes. O formato dos frutos variou conforme a cultivar, tendo a Elmwood e Monty maior massa e diâmetro enquanto a 'Bruno' maior relação entre comprimento/diâmetro. Uma polinização eficiente deve ser assegurada em pomares de quivi para obtenção de frutos de maior tamanho e alcance de maiores produtividades.

**Palavras-chave:** *Actinidia deliciosa*. Polinização. Produtividade. Qualidade de fruto.

## Fruit size in kiwi trees based on the number of seeds

**Abstract** - This study evaluated the influence of the number of seeds of four kiwifruit cultivars about the fresh weight, length and width of fruits. The research used four kiwifruit cultivars (Monty, Elmwood, Abbott and Bruno) grafted on rootstock 'Bruno', conducted in support system type T, with spacing of 6.00 m x 3.00 m, and mixed pruning system. Samples of 30 fruits per cultivar were randomly collected in April 2008. The fresh mass, in grams, length and width of fruit, in millimeters, were associated with the number of seeds per fruit by regression analysis. The results showed that the major number of seeds per fruit resulted in bigger size kiwis in all cultivars. The required number of seeds per fruit to achieve standard commercial in Elmwood and Monty cultivars was approximately 400 seeds, while for cultivars Bruno and Abbott it was approximately 600-700 seeds. The fruit shape ranged according to the cultivar: Elmwood and Monty had larger mass and diameter per fruit, while Bruno had the largest relation between fruit length and diameter. An effective pollination must be carried in kiwifruit orchards for obtaining larger fruit size and higher productivity levels.

**Key words:** *Actinidia deliciosa*. Pollination. Productivity. Fruit quality.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 04/09/2013 e aprovado para publicação em 24/07/2014.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Doutor, Pesquisador Fepagro Serra. BR 470, km 170,8 Caixa Postal 44, CEP 95330-000, Veranópolis, RS. E-mail: rafael-anzanello@fepagro.rs.gov.br.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Doutor Professor Associado, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, Universidade federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves 7712, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: pvdsouza@ufrgs.br.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Doutor, Analista EMBRAPA Florestas. Estrada da Ribeira, km 111 Caixa Postal 319 - Colombo, PR. CEP 83411-000. E-mail: emiliano.santarosa@embrapa.br.

<sup>5</sup> Eng. Agr., MSc., Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: ernani.pezzi@ufrgs.br.

## Introdução

O quivizeiro [*Actinidia deliciosa* (Lang & Ferguson)] é originário do Sudeste da Ásia e pertence à família Actinidiaceae e ao gênero *Actinidia*. A produção mundial de quivi é de 1.350.207 t, sendo os principais países produtores a Itália com 415.877 t, Nova Zelândia com 378.500 t e Chile com 229.000 t (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT, 2012). No Brasil, a produção de quivi se concentra na região Sul, com destaque aos Estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC).

O cultivo do quivizeiro encontra-se em expansão no Brasil em virtude do alto potencial produtivo, alto valor nutracêutico da fruta (DU et al., 2009), baixo custo de produção e poucos problemas fitossanitários (SCHUCK, 2008). A cultivar Bruno é a mais plantada, devido ao seu baixo requerimento de horas de frio hibernal (300 HF) (SOUZA; MARODIN e BARRADAS, 1996). As variedades glabras de polpa amarela também têm despertado interesse dos produtores, pela precocidade e adaptação ao cultivo na região Sul do Brasil (SIMONETTO e LAMB, 2010).

Trabalhos com frutíferas ressaltam a importância do valor comercial dos frutos relacionados à sua aparência e qualidade organoléptica, capacidade de conservação e resistência à manipulação (CELIK; ERCISLI e TURGUT, 2007; TAVARINI et al., 2008; ZHANG et al., 2012). O tamanho dos frutos é um dos fatores a serem considerados para a comercialização (PETRI; SCHUCK e LEITE; 2001). Alterações morfológicas e anatômicas dos vegetais são verificadas em função de mudanças metabólicas, proporcionadas pela ação e interação de reguladores de crescimento, como auxinas, citocininas e giberelinas. A biossíntese de giberelinas pelas sementes, e sua ação sobre a expansão e divisão celular, são determinantes no desenvolvimento e tamanho final dos frutos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O sucesso da produção do quivizeiro está atrelado a uma boa polinização e fecundação das flores. Por ser uma cultura dióica, é necessária a sincronização da floração de ambos os sexos, associada a uma ação eficiente dos agentes polinizadores (SOUZA; MARODIN e BARRADAS, 1996). Para Blanchet; Douault e Pouvreau (1991), frutos grandes, oriundos de flores bem polinizadas, podem conter de 1.000 a 1.400 sementes, ao passo que frutos pequenos não apresentam mais de 50 a 100 sementes.

Conforme Medina e Allende (1991), são necessárias aproximadamente 800 sementes por fruto para alcançar frutos com massa adequada para comercialização. Para Simonetto e Lamb (2010), o tamanho e a forma dos frutos dependem, fundamentalmente, do número e do tamanho das sementes, o qual varia com a cultivar.

A maioria dos estudos relacionados à influência das sementes sobre o tamanho dos frutos de quivi tem sido realizada com a cultivar Hayward, genótipo amplamente cultivado (70% da produção mundial), porém, com baixa adaptação às condições climáticas sul brasileiras (HF>800) (SIMONETTO e GRELLMANN, 1998). Portanto, há carência de informações a respeito do número de sementes necessário nos frutos de outras cultivares de quivizeiro, que viabilize um bom desenvolvimento, formação e tamanho final dos frutos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência entre o número de sementes de quatro cultivares de quivizeiro (Monty, Elmwood, Abbott e Bruno) e a massa fresca, comprimento e largura dos frutos.

## Material e Métodos

Os frutos utilizados no experimento foram coletados de um pomar coleção da Estação Experimental Agrônoma da UFRGS, localizada na região da Depressão Central do RS. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Cfa. A precipitação pluviométrica anual média é de 1.445,8 mm e a umidade relativa do ar anual média é de 77%. O número médio de HF  $\leq 7,2$  °C é de 213, de maio a agosto. O solo predominante é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico de textura argilosa e relevo ondulado, tendo como substrato o granito (BERGAMASCHI et al., 2003).

Avaliaram-se frutos das cultivares Monty, Elmwood, Abbott e Bruno, enxertadas sobre o porta-enxerto Bruno. As plantas foram conduzidas no sistema de sustentação tipo T (latada descontínua, com 1,90 m de altura e 1,50m de largura, com 50 cm entre fios), com espaçamento de 6,00 m x 3,00 m. O sistema de poda foi mista, deixando-se 6 a 8 varas e de 10 a 12 esporões por planta. As plantas polinizadoras utilizadas foram Matua e Tomuri, distribuídas no pomar na proporção 1 planta masculina para cada 5 femininas.

A colheita dos frutos para todas as cultivares foi realizada em abril de 2008, sendo coletados

aleatoriamente 10 frutos por planta, totalizando 30 frutos por cultivar. Cada genótipo contou com três repetições e uma planta por parcela, em delineamento inteiramente casualizado.

Após a colheita, avaliou-se a massa fresca, o comprimento e a largura dos frutos. O número de sementes por fruto foi obtido a partir da contagem das sementes, após trituração dos frutos em processador eletrônico (liquidificador). A massa fresca dos frutos foi obtida em balança eletrônica (g) e o comprimento e largura por leitura com paquímetro digital (mm). Para a largura, devido ao formato irregular dos frutos, realizaram-se duas medições: a largura L1, referente à dimensão alongada do fruto, e a largura L2, relativa à dimensão achatada do fruto.

Para avaliar a associação entre as variáveis utilizou-se a análise de regressão, pelo programa Microsoft Office Excel 2010. Para comparação entre as cultivares, os dados das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância. Os resultados com diferenças significativas, pelo teste "F", tiveram suas médias submetidas ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). O programa estatístico utilizado foi o SAS (2002).

## Resultados e Discussão

O número de sementes dos frutos das cultivares apresentou regressão polinomial quadrática positiva para a maioria das variáveis, principalmente com a massa (Figura 1) e comprimento dos frutos (Figura 2). Verificou-se um aumento das variáveis em função do aumento do número de sementes. Tal fato ressalta a importância de se garantir uma boa polinização e, por consequência, uma adequada fecundação das estruturas florais do quivi (SOUZA; MARODIN e BARRADAS, 1996). De acordo com Medina e Allende (1991) é fundamental a utilização de plantas polinizadoras em proporções adequadas para a cultura do quivizeiro, em pomares comerciais, e da sincronização da floração entre as variedades produtoras e polinizadoras, para obtenção de frutos com adequado calibre.

As cultivares Elmwood e Monty apresentaram maior associação entre o número de sementes e a massa e comprimento dos frutos ( $R^2=0,67$  a  $0,86$ ), enquanto as cultivares Bruno e Abbott apresentaram menores coeficientes ou menor dependência de uma variável pela outra ( $R^2=0,38$  a  $0,60$ ) (Figuras 1 e 2). Associada à polinização, Thorp; Barnett e Miller (2003), Cruz-Castillo; Woolley e Famiani (2010), Minchin et al. (2010) e Cieslak; Seleznyova e Hanan (2011) relatam

que o manejo da planta, através do raleio, anelamento e poda, também podem afetar a massa dos frutos e a produtividade em pomares de quivizeiro. Cruz-Castillo; Woolley e Lawes (2002) testando diferentes épocas de florescimento da cultivar Hayward obtiveram diferentes tamanhos de frutos, sem que houvesse diferenças no número de sementes.

O número necessário de sementes por fruto, para atingir um padrão comercial (80g), variou entre as cultivares, sendo que as cultivares Monty e Elmwood apresentaram menor quantidade de sementes para atender o tamanho comercial, se comparadas às cultivares Bruno e Abbott. Para Bruno e Abbott foram necessárias 600-700 sementes por fruto (Figuras 1b e 1d), enquanto para Monty e Elmwood em torno de 400 sementes por fruto já mostraram-se suficientes (Figuras 1a e 1c). Isso sugere a existência provável de mecanismos genéticos distintos entre as cultivares de quivizeiro para obtenção do tamanho final dos frutos. Tais resultados confirmam aqueles apresentados por Souza; Marodin e Barradas (1996) que relatam que o número de sementes por fruto de quivi oscila entre 400 e mais de 1000 unidades, variando conforme a cultivar.

O fato do número de sementes estar relacionado com o tamanho dos frutos de quivizeiro provavelmente decorre dos efeitos fisiológicos proporcionados pela ação de giberelinas, cuja biossíntese ocorre nas sementes, atuando diretamente sobre a expansão celular e desenvolvimento dos frutos. No setor frutícola, reguladores de crescimento, como as giberelinas, são aplicadas exogenamente para proporcionar aumento no tamanho dos frutos como, por exemplo, em uvas de mesa (GIOVANINNI, 2008). É conhecido o efeito das giberelinas na expansão e divisão celular (TAIZ e ZEIGER, 2004), podendo promover o crescimento de órgãos vegetais pelo aumento do tamanho de células já existentes ou recentemente divididas (MÉTRAUX, 1988). Na análise das relações de causa e efeito, a melhor polinização propicia frutos maiores, pois permite melhor fecundação e, conseqüentemente, maior formação de sementes, desencadeando uma maior produção endógena de giberelinas (CIESLAK; SELEZNYOVA e HANAN, 2011).

Na Figura 1, observou-se que as cultivares Elmwood, Bruno e Monty atingiram massa por fruto de até 120 g, acima da massa exigida pelo comércio para exportação, que é de 100 g (SOUZA; MARODIN e BARRADAS, 1996).

Frutos com maior massa média são desejáveis quando o objetivo da produção visa o consumo *in natura* da fruta (COSTA; TESTOLIN e VIZZOTTO, 1993). A cultivar Abbot não atingiu maior tamanho de fruto devido à excessiva carga na planta (observação visual), comprometendo, provavelmente, a partição dos fotoassimilados e a distribuição dos nutrientes aos frutos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As medidas diferenciadas de largura nos frutos de quivi (L1 e L2) mostraram a cultivar Monty sendo a mais responsiva e com maior dependência do número de sementes ( $R^2=0,53$  a  $0,76$ ), diferentemente das cultivares Abbott, Elmwood e Bruno, as quais apresentaram menor associação entre as variáveis ( $R^2=0,09$  a  $0,49$ ) (Figuras 3 e 4). Resposta similar foi obtida para a variável comprimento de fruto, tendo a cultivar Monty uma maior grau de determinação com o número de sementes ( $R^2=0,84$ ) (Figura 2). Tal fato sugere que a largura e comprimento do fruto se relacionam melhor com o número de sementes em cultivares cujos frutos são mais arredondados, como é o caso da cv. Monty, descrito por Souza; Marodin e Barradas (1996).

As diferenças no formato dos frutos entre as cultivares podem ser demonstradas pela relação comprimento/diâmetro. O formato do fruto conferiu característica de fruto alongado e cilíndrico à Bruno, mais oval à Elmwood e mais arredondado à Abbott e Monty. Para Souza; Marodin e Barradas (1996), o formato do quivi pode influenciar a aceitação e preferência pelos consumidores a uma determinada cultivar, combinada com as suas características nutricionais e/ou organolépticas. Na análise de regressão, verificou-se baixa associação da

variável relação comprimento/diâmetro com o número de sementes por fruto ( $R^2=0,26$  a  $0,51$ ), para todas as cultivares (Figura 5).

Na comparação entre as médias das variáveis analisadas, verificou-se que as cultivares de quivizeiro diferiram entre si (Tabela 1). A cultivar Monty apresentou maior número de sementes por fruto que Elmwood e Abbot. As cultivares Elmwood e Monty apresentaram maior massa por fruto e maior diâmetro, não diferindo de Bruno. A cultivar Bruno apresentou maior comprimento e menor diâmetro, apresentando maior relação comprimento/diâmetro se comparada às demais cultivares. Tais resultados conferem àqueles descritos por Simonetto e Grellmann (1998), que descrevem as características dos frutos das principais cultivares de quivi, com potencial de produção na região da Serra do Nordeste do RS.

## Conclusões

Há relação direta entre o número de sementes e o tamanho dos frutos de quivizeiros, cultivares Elmwood, Monty, Bruno e Abbott, indicando a importância de uma eficiente polinização para obtenção de frutos com qualidade comercial. O número de sementes por fruto para atingir padrão comercial (80 g) em Elmwood e Monty é de aproximadamente 400 sementes, enquanto em Bruno e Abbott está entre 600 a 700 sementes/fruto. As cultivares de quivizeiro diferem quanto às características físicas do fruto, sendo que Elmwood e Monty apresentam maior massa e diâmetro, enquanto Bruno apresenta maior relação comprimento/diâmetro do fruto.

## Referências

BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da Estação Experimental da UFRGS: e região de abrangência**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2003. 78 p.

BLANCHET, P.; DOUAULT, P.; POUVREAU, A. Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Chev.) pollination: honey-bee behaviour and its influence on the fruit. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 288, p. 376-380, 1991.

COSTA, G.; TESTOLIN, R.; VIZZOTTO, G. Kiwifruit pollination: an unbiased estimate of wind and bee contribution. **New Zealand**

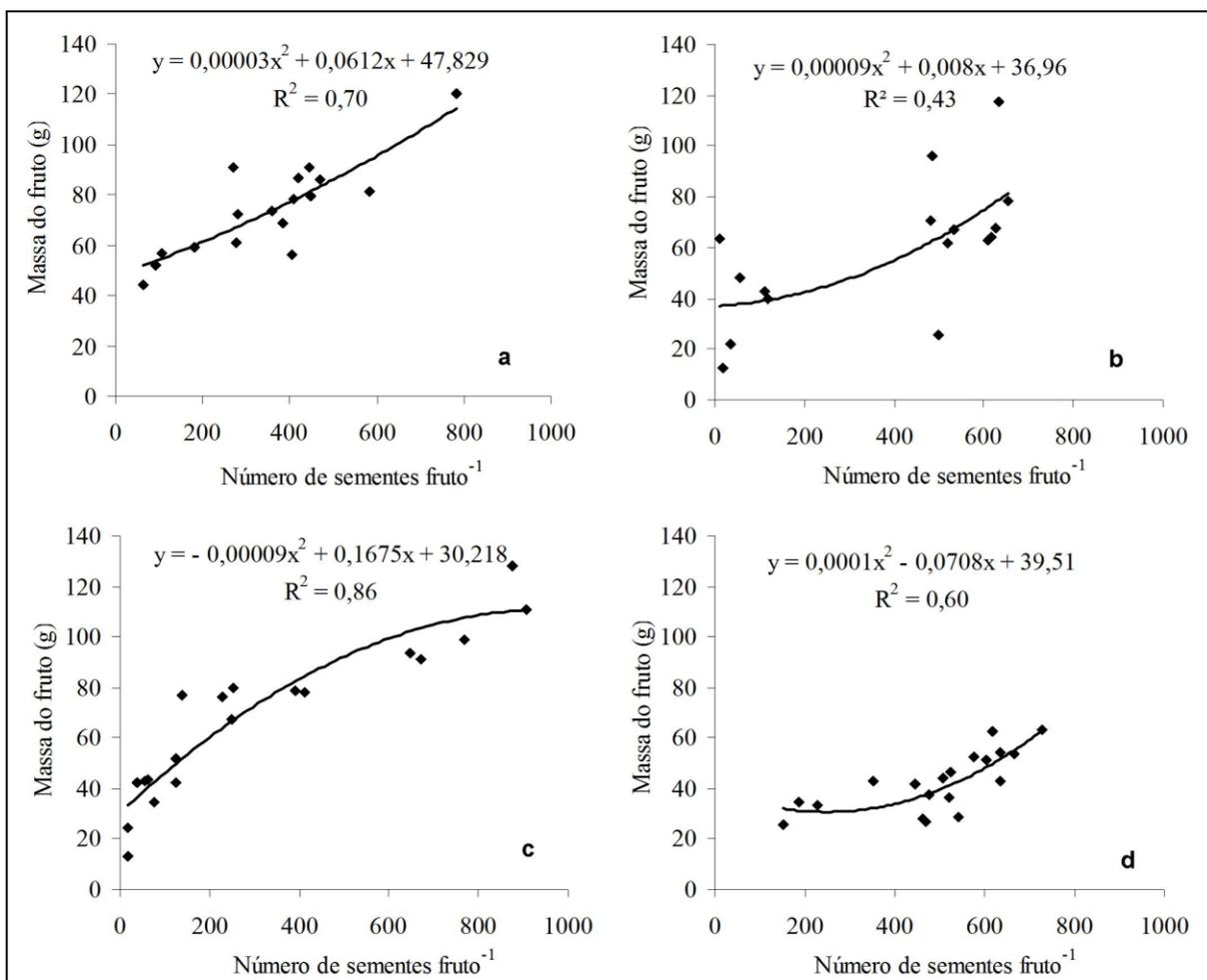
CELIK, A.; ERCISLI, S.; TURGUT, N. Some physical, pomological and nutritional properties of kiwifruit cv. Hayward. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 58, p. 411-418, 2007.

CIESLAK, M.; SELEZNYOVA, A. N.; HANAN, J. A functional-structural kiwifruit vine model integrating architecture, carbon dynamics and effects of the environment. **Annals of Botany**, London, v. 107, p. 747-764, 2011.

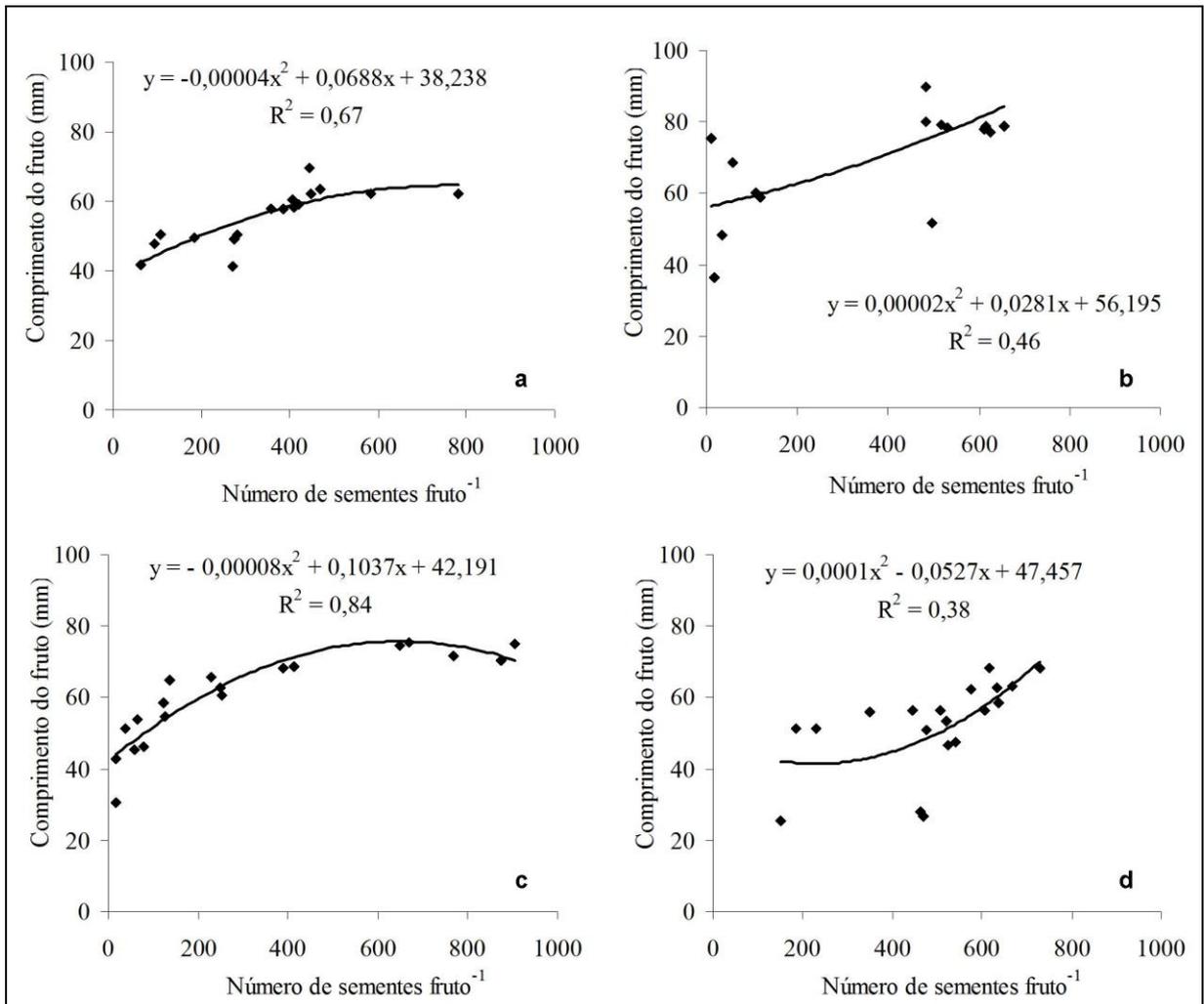
**Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 21, n. 2, p.189-195. 1993.

CRUZ-CASTILLO J.G.; WOOLLEY D.J.; FAMIANI, F. Effects of defoliation on fruit

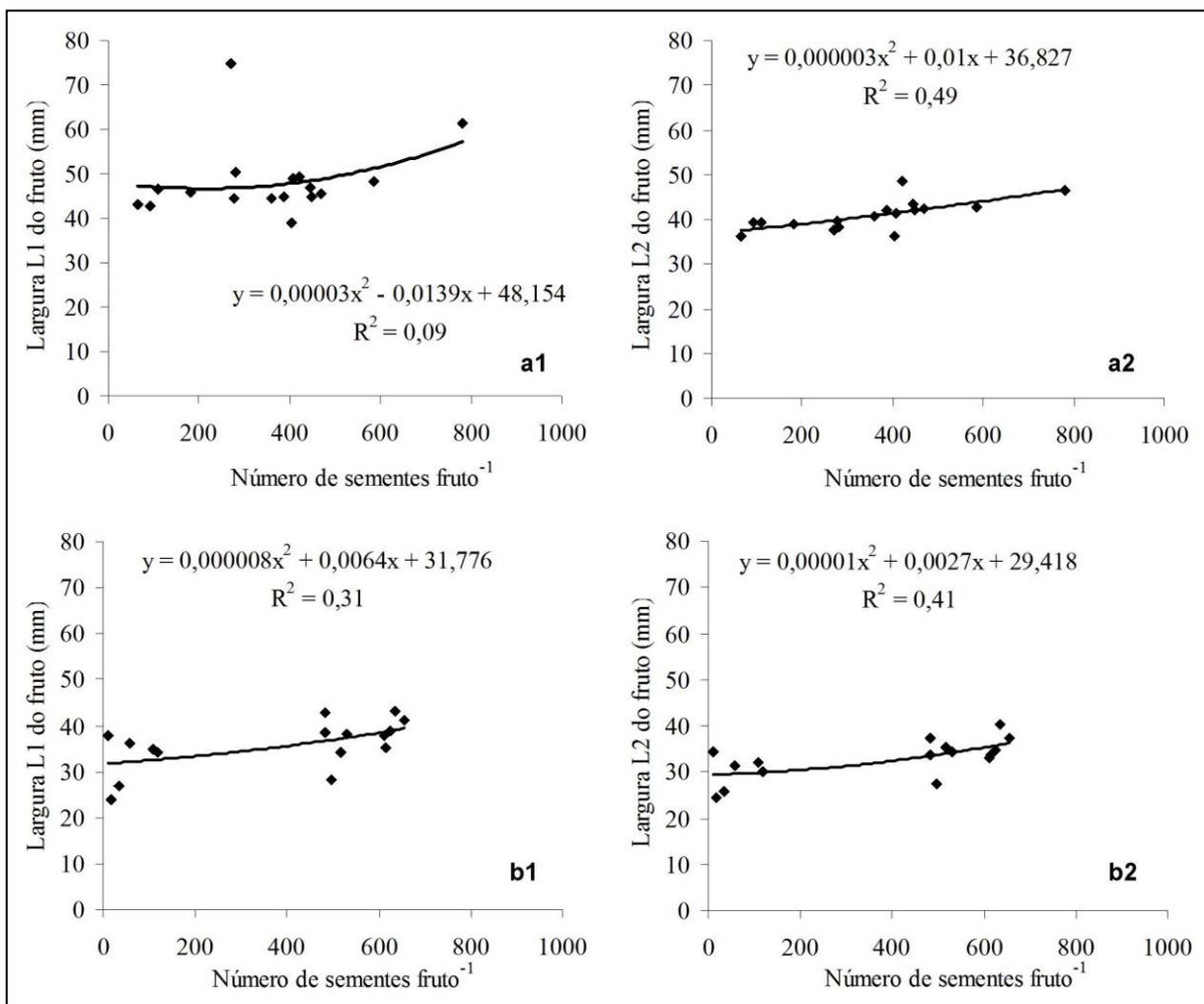
- growth, carbohydrate reserves and subsequent flowering of 'Hayward' kiwifruit vines. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.125, p. 579–583, 2010.
- \_\_\_\_.; \_\_\_\_.; LAWES, G. S. Kiwifruit size and CPPU response are influenced by the time of anthesis. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 95, p. 23–30, 2002.
- DU, G. et al. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in Actinidia fruits. **Food Chemistry**, London, v. 113, p. 557-562, 2009.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 31 mar. 2012.
- GIOVANINNI, E. **Produção de uvas para vinhos, suco e mesa**. 3. ed. Porto Alegre: Renascença, 2008. 362 p.
- MEDINA, L. V.; ALLENDE, A. K. Polinización del kiwi. **Revista Frutícola**, v. 2, n. 12, p. 27-42, 1991.
- MÉTRAUX, J. P. Gibberellins and plant cell elongation. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 296-317.
- MINCHIN, P. E. H. et al. Competition between fruit and vegetative growth in Hayward kiwifruit. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 38, p.101-112, 2010.
- PETRI, J. L.; SCHUCK, E.; LEITE, G. B. Effects of thidiazuron (tdz) on fruiting of temperate tree fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 513-517, 2001.
- SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.0 ed. Cary, Statistical Analysis System Institute, 2002. 513 p.
- SCHUCK, E. Perspectivas da cultura do quiwi no Planalto Catarinense. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 8., 2008, São Joaquim. **Resumos...** Florianópolis: EPAGRI, 2008. p.100-105.
- SIMONETTO, P. R.; GRELLMANN, E.O. **Cultivares de kiwi com potencial de produção na região da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 1998. 19 p. (Boletim Técnico, n.7).
- SIMONETTO, P. R.; LAMB, C. C. Potential for kiwifruit cultivation in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 913, p. 51-55, 2010.
- SOUZA, P. V. D.; MARODIN, G. A. B.; BARRADAS, C. I. N. **Cultura do quiwi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996. 104 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.
- TAVARINI, S. et al. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. **Food Chemistry**, London, v. 107, p. 282-288, 2008.
- THORP, T. G.; BARNETT, A. M.; MILLER, S. A. Effects of cane size and pruning system on shoot growth, flowering and productivity of 'Hayward' kiwifruit vines. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 78, p. 219–224, 2003.
- ZHANG, L. et al. Effects of ethephon on physicochemical and quality properties of kiwifruit during ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 65, p. 69-75, 2012.



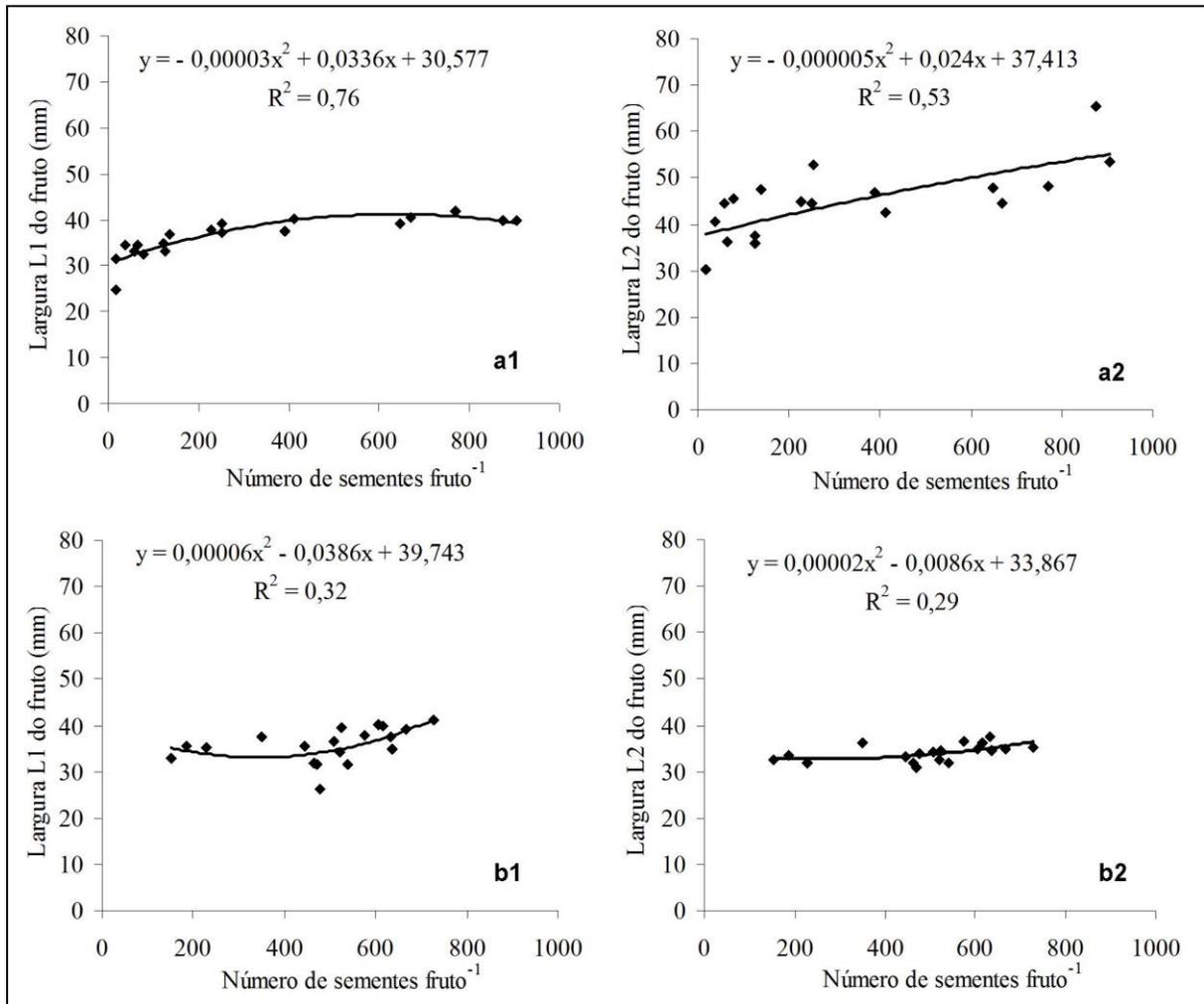
**Figura 1 - Regressão entre o número de sementes e massa fresca do fruto (g) em cultivares de quiveiro Elmwood (a), Bruno (b), Monty (c) e Abbott (d). Eldorado do Sul, 2008. \*A análise de regressão, com sua respectiva equação e  $R^2$ , foi inserida em cada gráfico, descrevendo o modelo (exponencial, linear, logarítmico ou polinomial) que melhor se ajustou estatisticamente aos dados.**



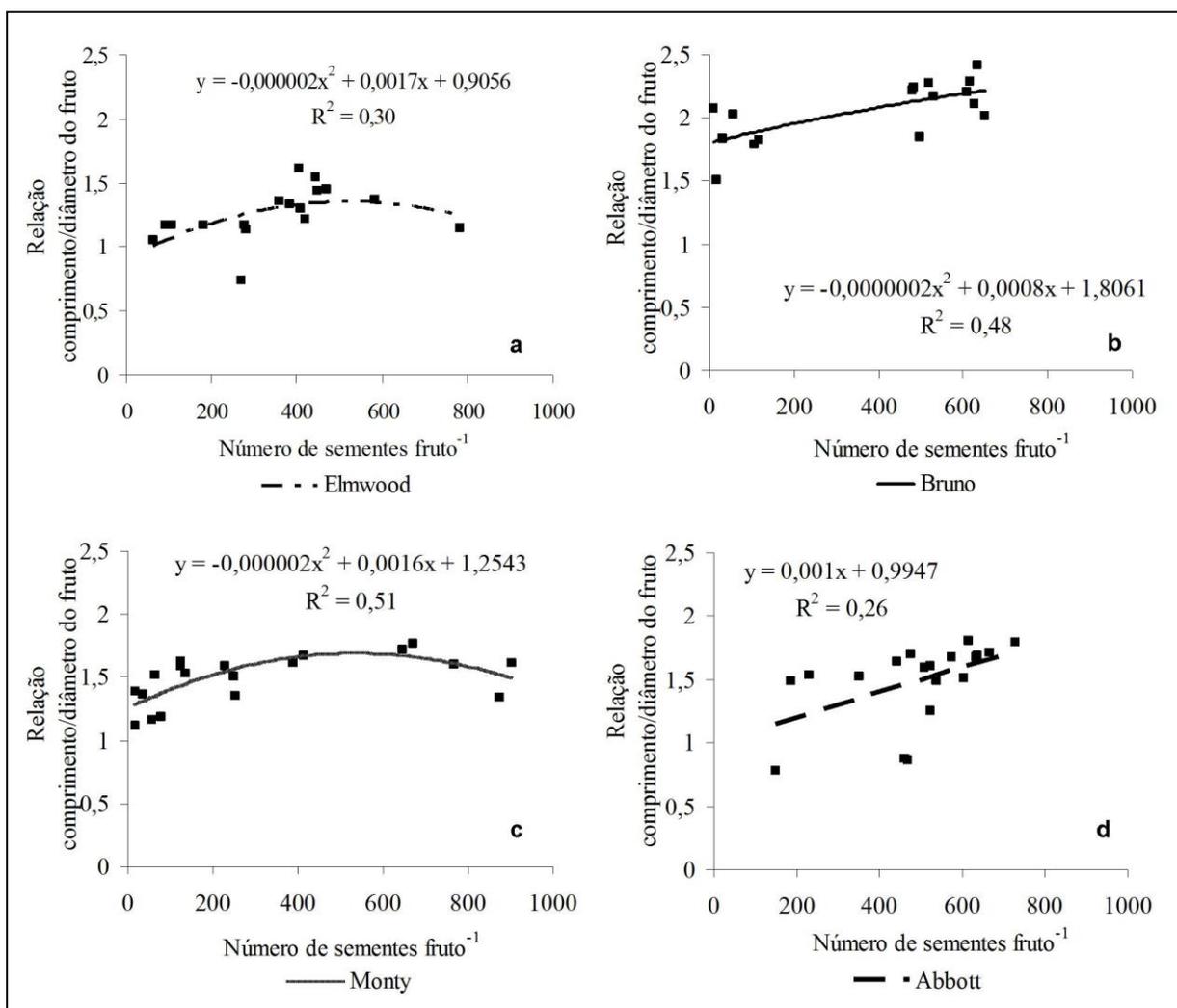
**Figura 2 - Regressão entre o número de sementes e comprimento do fruto (mm) em cultivares de quivezeiro Elmwood (a), Bruno (b), Monty (c) e Abbott (d). Eldorado do Sul, 2008. \*A análise de regressão, com sua respectiva equação e  $R^2$ , foi inserida em cada gráfico, descrevendo o modelo (exponencial, linear, logarítmico ou polinomial) que melhor se ajustou estatisticamente aos dados.**



**Figura 3 - Regressão entre o número de sementes e largura L1 (dimensão alongada) do fruto e número de sementes e largura L2 (dimensão achatada) do fruto, nas cultivares de quivizeiro Elmwood (a1 e a2) e Bruno (b1 e b2). Eldorado do Sul, 2008. \*A análise de regressão, com sua respectiva equação e R<sup>2</sup>, foi inserida em cada gráfico, descrevendo o modelo (exponencial, linear, logarítmico ou polinomial) que melhor se ajustou estatisticamente aos dados.**



**Figura 4 - Regressão entre o número de sementes e largura L1 (dimensão alongada) do fruto e número de sementes e largura L2 (dimensão achatada) do fruto, nas cultivares de quivizeiro Monty (a1 e a2) e Abbott (b1 e b2). Eldorado do Sul, 2008. \*A análise de regressão, com sua respectiva equação e R<sup>2</sup>, foi inserida em cada gráfico, descrevendo o modelo (exponencial, linear, logarítmico ou polinomial) que melhor se ajustou estatisticamente aos dados.**



**Figura 5 - Regressão entre o número de sementes e a relação comprimento/diâmetro dos frutos em cultivares de quiveiro Elmwood (a), Bruno (b), Monty (c) e Abbott (d). Eldorado do Sul, 2008. \*A análise de regressão, com sua respectiva equação e  $R^2$ , foi inserida em cada gráfico, descrevendo o modelo (exponencial, linear, logarítmico ou polinomial) que melhor se ajustou estatisticamente aos dados.**

**Tabela 1 - Média do número de sementes, massa dos frutos, comprimento, diâmetro médio (L1 e L2) e relação comprimento/diâmetro dos frutos em cultivares de quiveiro Elmwood, Bruno, Monty e Abbott. Eldorado do Sul, 2008.**

Cultivar	Nº de sementes fruto <sup>-1</sup>	Massa fruto <sup>-1</sup> (g)	Comprimento fruto <sup>-1</sup> (mm)	Diâmetro médio (mm)	Relação comprimento/diâmetro
Elmwood	352,0 b*	74,1 a	55,4 b	44,6 a	1,3 c
Abbott	318,7 c	42,3 b	52,1 b	34,8 c	1,5 b
Bruno	374,6 ab	58,7 ab	71,3 a	34,3 c	2,1 a
Monty	490,9 a	67,1 a	60,0 ab	40,2 b	1,5 b
C.V. (%)	36,0	17,9	10,1	5,2	4,6

(\*) Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

# Aspergilose crônica em avestruzes (*Struthio camelus*)<sup>1</sup>

Patricia Tubelis<sup>2</sup>, Kelly Cristina Tagliari de Brito<sup>3</sup>, Augusto Cesar da Cunha<sup>3</sup>,

Benito Guimarães de Brito<sup>3</sup>

**Resumo** – A aspergilose é a doença fúngica de ocorrência mais comum nas aves, geralmente causada pelo *Aspergillus fumigatus*. Os sinais clínicos em avestruzes incluem perda de peso, letargia e dispneia. Os fatores que predispõem a doença são imunossupressão, desnutrição, contaminação do ambiente, doença pré-existente e terapia prolongada com antibióticos. Esta doença pode ocorrer nas formas aguda e crônica. O tratamento não é recomendado, devido ao alto custo e baixa eficiência, sendo o melhor recurso sendo a prevenção o melhor recurso. O objetivo deste trabalho foi relatar a ocorrência da forma crônica da doença aspergilose em avestruzes jovens, com idade de 8 a 10 meses, em uma pequena propriedade no norte do estado do Paraná, Brasil. Os animais foram necropsiados e o material coletado para posterior exame bacteriológico e micológico. Em uma ave foi isolada e identificada a infecção mista por *Escherichia coli* e *A. fumigatus*, enquanto que na outra ave apenas *A. fumigatus*. Os resultados permitem concluir que *A. fumigatus* é um importante agente etiológico das infecções respiratórias dos avestruzes, e que medidas de prevenção e controle da doença devem ser tomadas para reduzirmos o impacto econômico dessa enfermidade na produção de avestruzes.

**Palavras-chave:** *Aspergillus fumigatus*. Ave. Doença crônica respiratória, micoses.

## Chronic aspergillosis in ostriches (*Struthio camelus*)

**Abstract** – Aspergillosis is the most common avian mycoses, usually caused by *Aspergillus fumigatus*. Clinical signs in ostriches include weight loss, lethargy, and dyspnea. Predisposing factors include immunosuppression, malnutrition, unhygienic environmental conditions, pre-existing disease, and prolonged antibiotic therapy. This disease can occur in acute and chronic forms. Therapy is not recommended based on high cost and poor response. The best recommendation is the prevention. The objective of this work was to related the occurrence of chronic aspergillosis in young ostriches, 8-10 months, in a small farm in north of Paraná State, Brazil. The animals were necropsied and samples for subsequent bacteriological and mycological examination. In one ostrich was isolated and identified a mixed infection of *E. coli* and *A. fumigatus*, the other ostrich only *A. fumigatus*. The results indicate that *A. fumigatus* is an important etiologic agent of respiratory infections of ostriches, and measures to prevent and control this disease should be taken to reduce the economic impact of this disease in the production of ostriches.

**Key words:** *Aspergillus fumigatus*. Avian Chronic respiratory disease. Mycoses. Mycotic disease.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 17/07/2014 e aprovado para publicação em 03/09/2014.

<sup>2</sup> Médica Veterinária. Londrina. Pr. E-mail: patriciatubelis@bol.com.br

<sup>3</sup> Pesquisadores da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor. Laboratório de Saúde das Aves e Inovação Tecnológica. Estrada do Conde 6.000. Caixa postal: 47, 92.990-000. Eldorado do Sul. Rio Grande do Sul. E-mail: benito-brito@fepagro.rs.gov.br  
Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 112-116, 2013.

## Introdução

Aspergilose é definida preliminarmente como uma doença respiratória determinada por qualquer membro do gênero *Aspergillus* spp (BERCHIERI JR. et al., 2009). É a micose mais comum nas aves, na maioria das vezes, causada pelo *Aspergillus fumigatus*. O *A. fumigatus* é um organismo onipresente e as aves estão expostas continuamente aos esporos no ambiente (MARVULO, 2006).

A infecção pode advir da inalação dos esporos liberados pelos fungos existentes na ração e/ou ingredientes específicos, da cama, do ninho, e pela contaminação dos ovos durante a incubação (BERCHIERI JR. et al., 2009). Fatores predisponentes incluem virulência do agente, imunossupressão, desnutrição e contaminação do ambiente. A virulência do *A. fumigatus* é devido a fatores que facilitam a colonização e a sua disseminação quebrando as barreiras físicas e químicas de defesa do trato respiratório, estimulando intensamente o sistema imune das aves e promovendo a resposta inflamatória crônica e de anticorpos (ITO et al., 2007).

A doença pode ocorrer de forma crônica ou aguda, sendo a forma crônica a mais comum, apresentando lesões granulomatosas típicas, e a forma aguda uma doença respiratória (HARRISON e HARRISSON, 1986).

Todas as partes do sistema respiratório podem estar envolvidas, mas particularmente os pulmões nas aves jovens, e os sacos aéreos em filhotes mais velhos, aves jovens e adultos. Os sinais clínicos dependem da localização e severidade das lesões, variando de ruídos respiratórios a encurtamento do movimento respiratório. As lesões dos sacos aéreos não podem ser detectadas por auscultação (DEEMING, 1999). Os sinais clínicos de aspergilose em avestruzes, na forma aguda, incluem a mortalidade precoce das aves, até a terceira semana de vida, ocorrência de letargia, dispneia e redução do crescimento. Na forma crônica, os sintomas demoram mais para ocorrer, surgem aves com dificuldade respiratória e ascite tardia (MARKS et al., 1994; ITO et al., 2007). A aspergilose nos avestruzes também causa problemas cutâneos e no trato digestório, podendo levar os animais a morte devido à impactação do estômago (PERELMAN, 2009).

O diagnóstico clínico pode ser confirmado por cultura de suabe de traqueia, radiografia e ultrassom. No exame *post mortem*, típicas lesões nodulares são encontradas nos órgãos afetados, de onde também podemos fazer cultura para

fungos. A presença de hifas do fungo podem também ser vistas em preparações histopatológicas (DEEMING, 1999). O diagnóstico histopatológico associado à cultura micológica tem aumentado a eficiência da detecção de aspergilose em aves (SPANAMBERG et al., 2013).

O tratamento não é recomendado, baseado no alto custo e baixa resposta (ITO et al., 2007). Porém vários autores descreveram tratamentos com drogas antimicóticas por períodos variados. O melhor tratamento contra a aspergilose é a prevenção, controlando a contaminação do ambiente através de um bom manejo higiênico sanitário em todas as fases da criação (SANTOS et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi relatar a ocorrência da forma crônica da aspergilose em avestruzes jovens, com 8 a 10 meses de idade, em uma pequena propriedade no norte do Estado do Paraná, Brasil.

## Material e Métodos

Foram analisados dois animais que vieram a óbito (ave 1 e 2) em um lote de 20 avestruzes, em uma criação do norte do Paraná, recém chegadas de um mesmo criatório do estado de São Paulo, com idade variando de oito a dez meses. A maioria das aves apresentavam baixo peso e com alta infestação ectoparasitas da ordem *Mallophaga*. Cinco destas aves apresentaram secreção traqueal espessa e dois animais deste lote vieram a óbito. A ave 1, apresentava condição corporal regular e teve como causa mortis traumatismo em cerca de arame liso. Há 51 dias este animal havia sido tratado com 150 mg de enrofloxacin, duas vezes ao dia durante sete dias, por ser uma das aves que apresentava ruídos respiratórios, porém não houve melhora mesmo após o tratamento. A ave 2, apresentava-se bastante magra. Na anamnese o animal tinha condição corporal regular há 60 dias e apresentou emagrecimento progressivo até o óbito. Essa ave não recebeu tratamento com antibiótico.

Os animais foram necropsiados e os órgãos coletados para posterior exame bacteriológico, antibiograma, e exame micológico. As amostras foram semeadas em ágar sangue, e ágar MacConkey a 37 °C por 24 horas. Posteriormente foram avaliadas as características morfotintoriais das colônias e seus perfís bioquímicos, segundo Oliveira (2012). Após a identificação, as amostras foram estocadas em ágar BHI e em meio Dorset a 5 °C. Os testes de resistência aos

antimicrobianos foram realizados através da técnica de difusão do antibiótico impregnado em discos de papel filtro. A partir do meio estoque a cultura foi semeada em caldo *brain heart infusion* (BHI), incubados a 37 °C durante 18 horas, posteriormente semeadas em meio *tryptic soy ágar* (TSA) a 37 °C durante 18 horas. Três colônias isoladas a partir do meio TSA foram cultivadas em recipiente contendo 3 ml de caldo BHI, a 37 °C durante 2 horas, e então a cultura foi diluída a 1:100 em salina fisiológica estéril (0,1%) até atingir concentração equivalente da escala padrão 0,5 de McFarland. A cultura foi semeada com suabe em ágar Mueller-Hinton, de forma a obter um crescimento confluyente. Após a secagem das placas, os seguintes discos de antimicrobianos foram usados: ácido nalidíxico (30 mcg), ampicilina (10 mcg), ceftiofur (30 mcg), ciprofloxacina (30 mcg), cloranfenicol (30 mcg), doxiciclina (10 mcg), enrofloxacina (5 mcg), florfenicol (30 mcg), gentamicina (10 mcg), lincomicina+espectinomicina (50+100 mcg), neomicina (30 mcg), norfloxacina (10 mcg), sulfá+trimetoprim (25 mcg), sulfonamidas (300 mcg) e tetraciclina (30 mcg). As placas foram incubadas a 37 °C durante 24 horas. Os discos foram testados previamente com a amostra de *E. coli* ATCC 25922, sensível a todas as drogas antimicrobianas testadas. Os resultados foram determinados medindo-se os halos de inibição de crescimento e comparando-os com os valores apresentados nas tabelas padrões (CLSI, 2012).

Para o exame micológico os fragmentos dos órgãos foram semeados em ágar Sabouraud com antibióticos e identificados conforme metodologia descrita por Paixão et al., (2004) e Berchieri Jr. et al. (2009).

## Resultados e Discussão

As duas aves tiveram achados de necropsia bastante similares entre si, e apresentaram diagnóstico laboratorial indicando o *Aspergillus fumigatus* como agente etiológico primário do quadro respiratório crônico. Segundo Flôres e Segabinazi (2006), o cultivo de fungos a partir de suabes de traqueia de aves vivas ou órgãos afetados são indicados para o diagnóstico da aspergilose.

No sistema respiratório da ave 1 havia presença de secreção espessa e de coloração amarelada em porção proximal da traqueia, presença de nódulos com conteúdo caseoso amarelado em região dos sacos aéreos, de

tamanhos variados e formato cilíndrico, onde o maior deles media aproximadamente dez centímetros de comprimento e quatro centímetros de diâmetro, com vários pontos de aderência ao redor; em sacos abdominais esquerdo foi encontrado acúmulo de secreção purulenta de consistência líquida. No resultado micológico e bacteriano da secreção dos sacos aéreos abdominais foram detectadas *A. fumigatus* e *Escherichia coli* sensível, ao ácido nalidíxico, ceftiofur, ciprofloxacina, cloranfenicol, enrofloxacina, florfenicol, gentamicina, lincomicina+ espectinomicina, neomicina e norfloxacina.

Na necropsia da ave 2, foi observada presença de colônias de fungos circulares de diversos tamanhos (variando de 0,5 a 3,0 cm de diâmetro) de coloração esbranquiçada, e algumas com centro esverdeado, em região de articulações coxo-femural próxima ao plexo sanguíneo pélvico, na face medial de inserção da coxa) e escapulo-umeral (próximo ao plexo sanguíneo braquial, na face medial da inserção da asa) bilateralmente, e em sacos aéreos e tecido pulmonar de forma disseminada. Também em sacos aéreos foram observados nódulos de conteúdo caseoso similares em aspecto aos encontrados na ave 1. Foram observadas também lesões hemorrágicas em pulmões, ascite, acúmulo de líquido em espaço pericárdico, fígado completamente friável e com aderências. Foi isolado do conteúdo dos nódulos, como das colônias localizadas em sacos aéreos, região das articulações escapulo-umeral e coxo-femural, *A. fumigatus*. Na cultura bacterina apresentou-se resultado negativo.

Baseando-se nos resultados laboratoriais, pôde-se concluir o envolvimento do agente infeccioso *A. fumigatus* como causador do quadro respiratório crônico das aves. Harrison e Harrison (1986) descreveram aspergilose crônica como típicas lesões granulomatosas, indicando que múltiplas placas ou nódulos podem ser vistos disseminados através dos pulmões e sacos aéreos. Os nódulos variam em tamanho e são mais prevalentes na periferia dos pulmões, em sacos aéreos torácicos caudais e abdominais. Relataram também que as lesões de aspergilose crônica aparecem como nódulos granulomatosos, caseosos, de coloração branca, amarela, ou verde, que frequentemente exibem colônias de fungos que estão em fase de esporulação. A histopatologia das lesões crônicas revelam nódulos micóticos envolvidos por células gigantes multinucleadas, macrófagos, heterófilos,

linfócitos, células plasmáticas e uma banda de tecido fibroso. Em casos severos, extensas aderências entre os sacos aéreos e as vísceras abdominais podem ocorrer (MOURA, 2009).

A presença de *E. coli* também foi relatada em avestruzes em levantamento etiológico das infecções respiratórias realizados por Jaenisch et al. (2005), sendo uma das principais causas de mortalidade de avestruzes jovens. A infecção secundária por *E. coli* é frequente nas doenças respiratórias das aves (NOLAN et al., 2013). Diversos autores têm relatado que as amostras de *E. coli* isoladas de aves apresentam alta sensibilidade às quinolonas nos testes *in vitro* de sensibilidade antimicrobiana (BARBIERI et al., 2012; CÔRREA et al., 2013). É importante ressaltar que a imunossupressão é o fator mais importante na forma crônica da aspergilose e frequentemente resulta do estresse, má nutrição, doença pré-existente, ou terapia prolongada com antibióticos ou corticosteroides (HARRISON e HARRISON, 1986, ALMEIDA, 2006).

A incidência de aspergilose na estruicultura necessita de relatos mais completos, correlacionando a incidência com diminuição dos índices produtivos, a fim de conscientizar o produtor da importância de se praticar um manejo higiênico sanitário preventivo na criação de suas aves.

## Conclusões

Foram diagnosticados aspergilose na forma crônica como causa da morte dos avestruzes. Por *A. fumigatus* ser um agente existente normalmente no ambiente e causador de grandes perdas de produção, faz-se necessária a adoção de um bom manejo higiênico sanitário nas diferentes fases da criação de avestruzes, principalmente nas regiões de maior umidade relativa do ar, onde o fungo melhor se desenvolve, gerando maiores prejuízos ao produtor.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de produtividade (Processo 312126/2013-1 e 314311/2009-2).

## Referências

ALMEIDA, M. A. Struioniformes (Ema, Avestruz). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 19, ns.1/2, p. 112-116, 2013.

CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2006. p. 136-157.

BARBIERI, N. L. et al. Characterization of extraintestinal *Escherichia coli* isolated from a peacock (*Pavo cristatus*) with colisepticemia. **Avian Diseases**, v. 56, p. 436-440, 2012.

BERCHIERI, JR., A. et al. **Doenças das aves**. 2 ed. Campinas: FACTA, 2009. 1.104 p.

CARRER, C. C.; KORNFELD, M. E. **A criação de avestruzes no Brasil**. Pirassununga: Brasil Ostrich, 1999. 303 p.

CLSI, Clinical and Laboratory Standards Institute (Formerly National Committee for Clinical Laboratory Standards). **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing**. 2012. Informational Supplement, 15.

CORRÊA, I. M. O.; FLORES, F.; SCHNEIDERS, G. H.; PEREIRA, L. Q.; BRITO, B. G.; LOVATO, M. Detecção de fatores de virulência de *Escherichia coli* e análise de *Salmonella* sp em psitacídeos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 241-246, 2013.

DAVIS, J. W. et al. **Enfermidades infecciosas y parasitarias de las aves silvestres**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1977. 351 p.

DEEMING, D. C. **The ostrich: biology, production and health**. New York: CAB, 1999. 358 p.

FLÔRES, M. L.; SEGABINAZI, S. D. Doenças em avestruzes e emas. In: ANDREATTI FILHO, R. L. **Saúde aviária e doenças**. São Paulo: Roca, 2006. p. 61-81.

HARRISON, G.; HARRISON, L. **Clinical Avian Medicine and Surgery**. Philadelphia: W. B. Saunder, 1986. 717 p.

ITO, N. M. K.; MIYAJI, C. I.; MIYAJI, S. O. **Diagnóstico diferencial das enfermidades bacterianas, fúngicas e parasitárias que acometem os frangos de corte**. Cascavel: Coluna do saber, 2007. 160 p.

JAENISCH, F. R. F.; TAGLIARI, K. C.; BRITO, B. G. **Principais cuidados na implantação de**

- um sistema de produção de avestruzes.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2005. p. 1-2. Instrução Técnica, 10.
- MARKS, S. L.; STAUBER, E. H.; ERNSTROM, S. B. Aspergilosis in an ostrich. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 205, n. 5, p. 784-785, 1994.
- MARVULO, M. F. Zoooses. In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária.** São Paulo: Roca, 2006. p. 1250-1256.
- MOTTA, O. V. et al. Diagnóstico microbiológico e histopatológico de mortalidade em avestruz (*Struthio camelus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 1014-1016, 2008.
- MOURA, L. C. Aspergilose. In: REVOLLEDO, L.; FERREIRA, A. J. P. **Patologia aviária.** Barueri: Manole, 2009. p. 342-347. NOLAN, L. K. et al. In: SWAYNE, D. E. et al. **Diseases of poultry.** 13. ed. Nova Jersey: Wilkey-Blackwell. 2013. p. 751-806.
- OLIVEIRA, S. J. **Guia bacteriológico prático: microbiologia veterinária.** Canoas: Editora da ULBRA, 2012. p. 118-120.
- PAIXÃO, T. A. et al. Aspergilose em avestruz (*Struthio camelus*) no Brasil. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 573-576, 2004.
- PERELMAN, B. Doenças das avestruzes. In: REVOLLEDO, L.; FERREIRA, A. J. P. **Patologia aviária.** Barueri: Manole, 2009. p. 492-504.
- SANTOS, B. M.; MOREIRA, M. A. S.; DIAS, C. C. A. **Manual de doenças avícolas.** Viçosa: Ed. UFV, 2008. 224 p.
- SPANANBERG, A. et al. *Aspergillus fumigatus* from normal and condemned carcasses with airsacculitis in comercial poultry. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 9, p. 1071-1075, 2013.

# Características instrumentais e sensoriais da carne de caprinos da região do Alto Camaquã, Rio Grande do Sul, Brasil<sup>1</sup>

Jaqueline Schneider Lemes<sup>2</sup>, Maria Teresa Moreira Osório<sup>3</sup>, José Carlos da Silveira Osório<sup>3</sup>,  
Marcos Borba<sup>4</sup>, Róberson Macedo Oliveira<sup>5</sup>, Luciane Martins<sup>6</sup>

**Resumo** - O objetivo deste estudo foi avaliar as características de qualidade da carne de caprinos naturalizados, procedentes do Território do Alto Camaquã. Foram utilizados 34 caprinos machos castrados, divididos em dois lotes, sendo lote 1 composto por 20 caprinos com idade entre 11-12 meses, abatidos no inverno, e lote 2, por 14 caprinos com idade entre 8-9 meses, abatidos no verão. Foram realizadas medidas de pH, capacidade de retenção de água, cor, força de cisalhamento e análise sensorial no músculo *Longissimus dorsi*. Animais do lote 2, abatidos aos 8-9 meses de idade, durante o verão, apresentaram carne com maior valor de pH final, maior intensidade de coloração e com menores valores de força de cisalhamento. Sensorialmente a carne foi caracterizada com atributos de intensidade fraca, com menores valores para a carne de animais do lote 2, abatidos aos 8-9 meses de idade durante o verão. Através das características de qualidade avaliadas na carne de caprinos naturalizados, criados em sistema extensivo na região do Alto Camaquã, pode-se concluir que é possível produzir carne de qualidade de animais abatidos a partir dos 8 meses de idade.

**Palavras-chave:** Retenção de água. Qualidade de carne.

## Instrumental and sensory characteristics of goat meat Alto Camaquã, Rio Grande do Sul, Brazil

**Abstract** - The main objective of this study was to evaluate the quality of naturalized goat meat, originating from the territory of the Alto Camaquã. We used 34 castrated male goats were divided into two lots, one lot consisting of 20 goats aged 11-12 months slaughtered in the winter, and lot 2 for 14 goats aged 8-9 months, slaughtered in the summer. Measurements were made of pH, water holding capacity, color, shear force and sensory analysis of the *Longissimus dorsi*. Animals of Lot 2, slaughtered at 8-9 months of age during the summer, showed meat with higher ultimate pH value, the greater intensity of color and lower values of shear force. Sensorial meat was characterized with attributes of low intensity, with lower values for the flesh of animals of Lot 2, slaughtered at 8-9 months of age during the summer. Through the quality characteristics evaluated in goat meat naturalized raised in extensive system in the region of Alto Camaquã, one can conclude that it is possible to produce quality meat from animals slaughtered on or after 8 months of age.

**Key words:** Water holding. Beef quality.

---

<sup>1</sup>Manuscrito recebido em 02/05/2013 e aprovado para publicação em 02/04/2014. Pesquisa financiada pelo CNPq/Embrapa Pecuária Sul/CAPEs e UFPel – PPGZ.

<sup>2</sup>Aluna de Pós-doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, bolsista CAPES. E-mail: [schneiderlemes@yahoo.com.br](mailto:schneiderlemes@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Professor da Universidade Federal da Grande Dourados, CAPES, Bolsista Produtividade CNPq. E-mail: [m.tm.osorio@hotmail.com](mailto:m.tm.osorio@hotmail.com); [jcosorio@pq.cnpq.br](mailto:jcosorio@pq.cnpq.br)

<sup>4</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sul. E-mail: [mfsborba@gmail.com](mailto:mfsborba@gmail.com)

<sup>5</sup>Professor Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, RS. E-mail: [macedogauch@sa.iffarroupilha.edu.br](mailto:macedogauch@sa.iffarroupilha.edu.br)

<sup>6</sup>Aluna de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, UFPel. E-mail: [vipmartins@yahoo.com.br](mailto:vipmartins@yahoo.com.br)

## Introdução

Dentre os produtos de origem animal, a carne apresenta vital importância, dado o seu valor biológico ser importante fonte de aminoácidos essenciais, aportar vitaminas, minerais (ferro, cobre, zinco e selênio) e energia (WARRISS, 2003), além de ser um produto com um valor sensorial apreciado pelos consumidores. Dentre as principais espécies produtoras de carne, os caprinos possuem atributos que fazem com que, em muitos países em desenvolvimento, sua criação represente uma importante contribuição para a economia rural (IÑIGUEZ, 2004; BOYAZOGLU; HATZIMINAOGLOU e MORAND-FEHR, 2005). Os caprinos constituem um meio de sustento para os pequenos produtores, são alternativas de aproveitar terras onde não se podem criar outras espécies ou cultivar produtos agrícolas (KADIM et al., 2003), ou onde existem muitos arbustos (ALEXANDRE e MANDONNET, 2005), além de contribuir ao enriquecimento do solo, através da fixação de nitrogênio e reciclagem de nutrientes com o esterco (AHUYA et al., 2005) e como uma alternativa para o controle de ervas daninhas (HOGG et al., 1992).

A região das Palmas, localizada no extremo norte do município de Bagé, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, faz parte da região fisiográfica da Serra do Sudeste (Escudo Cristalino Sul-riograndense), caracteriza-se por vegetação savanóide, formando um mosaico de floresta-campo, com topografia acidentada e solos rasos com afloramentos rochosos (RAMBO, 1956). Em virtude dessas características ambientais propícias para a caprinocultura, a região vem desenvolvendo a atividade há mais de 150 anos, com efetivo de cerca de 5 mil animais, visto a grande adaptação da espécie a esses tipos de ambiente.

Segundo Borba e Trindade (2009), a atividade caprina na localidade das Palmas é fruto de um processo de coevolução do homem e seu ambiente, o que contribuiu na formação de tipicidades próprias: criação extensiva, com abates aos 11-12 meses de idade aproximadamente, com baixa interferência humana, com o uso de genótipos nativos e/ou naturalizados, hábito de pastejo arbóreo-arbustivo e altamente dependente dos recursos ecossistêmicos locais, características que podem ser utilizadas como estratégia de diferenciação da carne de caprino da região.

A produção de carne com base em grupos de

animais nativos e/ou naturalizados de uma determinada região fomenta a valorização comercial, como estratégia para sua conservação, bem como para manutenção dos ecossistemas de produção e todos os aspectos sociais e econômicos associados à produção, principalmente nas zonas rurais consideradas como desfavorecidas.

Desse modo, a criação de uma Denominação de Origem Protegida e/ou Identificação Geográfica Protegida, com origem nas populações de animais nativos, torna-se uma importante ferramenta para fidelizar os consumidores, contribuindo para melhorar a qualidade global dos sistemas pecuários. Entretanto, esse processo de certificação de Identificação Geográfica Protegida (IGP) requer, à priori, uma série de conhecimentos. É preciso conhecer o desempenho produtivo e bioeconômico, e também as características *in vivo* da carcaça e da carne dos animais, de modo a, num segundo momento, partir para um processo de diferenciação e proteção dos produtos (OSÓRIO e OSÓRIO, 2005).

Portanto, há necessidade de estudar as características da carne desses animais adaptados a essa região, os quais são comprovadamente importantes para o desenvolvimento cultural e econômico do local. O objetivo deste estudo foi avaliar as características da carne de caprinos naturalizados do Alto Camaquã.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no 2º Subdistrito das Palmas, Bagé, Rio Grande do Sul, localizado dentro da área do Território do Alto Camaquã (30° 58' 44.7" S a 30° 57' 50.05" S e 53° 42' 28.7" WO a 53° 36' 14.13" WO), entre os anos de 2008 e 2009. Os animais eram constituídos pelas raças Angorá, Crioulos e Zebus (cruzamento de Anglo-nubiano), que pelos anos de adaptação as condições do Território são considerados naturalizados. Foram criados em sistemas extensivos de produção (animais em condição semisselvagem), em campo nativo, consumindo exclusivamente espécies arbóreo-arbustivas, como *Schinuslentiscifolius*, *Daphnopsis racemosa* e *Scutiabuxifolia* (OLIVEIRA et al., 2012).

Foram utilizados 34 caprinos machos castrados (aos 6 meses de idade), divididos em dois lotes: lote 1, composto por 20 nascidos em junho/julho de 2008 e abatidos em junho (inverno) de 2009, com idade entre 11-12 meses;

e lote 2, composto por 14 cabritos nascidos em março/abril de 2009, abatidos em dezembro (verão) do mesmo ano, com idade entre 8-9 meses. O período de nascimentos no inverno é o tradicionalmente utilizado na região e com idades de abate aproximadamente aos 11-12 meses. No momento do abate, os animais com 11-12 meses apresentavam 20,55 kg de peso médio corporal e os com 8-9 meses, 22,7 kg. Todos os animais permaneceram com suas mães até um dia antes do abate.

Os animais foram mantidos durante a noite, privado de alimentos e com livre acesso à água. Os cabritos foram atordoados e abatidos por sangria. Logo após o abate foi medido o pH zero hora no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e 13ª costelas, com eletrodo de penetração (pHmetro Marte MB 10). O pH final foi avaliado as 48 horas após o abate. Para análise instrumental foi utilizado o lado esquerdo do músculo *Longissimus dorsi*, os músculos foram embalados individualmente e armazenados sob refrigeração de 1 a 4°C para as seguintes avaliações: capacidade de retenção de água e cor - realizadas 48 horas após o abate e força de cisalhamento - com 4 dias de maturação da carne.

A capacidade de retenção de água foi avaliada pelo método de pressão (SIERRA, 1973). A cor foi avaliada através de colorímetro Minolta Chroma Meter CR300; utilizou-se para essa análise o terço médio do músculo. A avaliação foi realizada após 15 minutos de exposição da superfície da carne ao oxigênio. Foram realizadas duas avaliações por amostra. As determinações dos valores de Cromo ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade ( $H^*$ ) foram feitas de acordo com MacDougal (1994), usando as coordenadas de luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ), obtidas nas determinações colorimétricas.

A maciez foi avaliada através do método de cisalha de Warner-Bratzler Shear Force, que mede a força de cisalhamento. A seguir, as amostras foram envolvidas em papel alumínio e grelhadas em Grill até atingir 70 °C de temperatura interna. Posteriormente, as fibras musculares foram cortadas paralelamente, com o auxílio de um vazador de 1.2 cm<sup>2</sup> de diâmetro. Foram realizadas três avaliações por amostra. A força de cisalhamento foi registrada pelo aparelho Instron, acoplado a uma célula denominada Warner-Bratzler, medindo a força necessária para o rompimento da fibra, expresso em Kgf cm<sup>-2</sup>.

Para análise sensorial, foram utilizados o músculo *Longissimus dorsi*, porção caudal esquerda, o qual foi maturado por quatro dias e

congelado a -18 °C, até 24 horas antes da avaliação, quando as amostras foram descongeladas à temperatura de 4 °C. Os bifes foram embalados em papel alumínio e grelhados em Grill (George Foreman - Grilling Machine, Modelo GBZ6220V) até a temperatura interna atingir 75 °C. A temperatura foi monitorada com termômetro inserido horizontalmente no ponto médio bife. Foram treinados nove julgadores, conforme Meilgaard; Civille e Carr (1999).

Os julgadores receberam uma ficha para avaliar os atributos de: Odor (característico, sangue e gordura), Sabor (característico, sangue, gordura), Textura (dureza, suculência, fibrosidade e mastigabilidade), Residual (sabor e textura) e Avaliação Global da amostra, através de escalas não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos à esquerda pelo termo “fraco” e à direita pelo termo “forte” e foram instruídos a indicar, com um traço vertical sob a linha da escala, o ponto que melhor represente a intensidade percebida, de cada característica (STONE e SIDEL, 1998). A avaliação final consistiu de seis sessões, sendo os dois tratamentos oferecidos em cada uma de forma aleatória.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA – GLM) e testados pelo teste de Fisher. O modelo estatístico usado foi:  $Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  = Variável estudada;  $\mu$  = Média geral;  $S_i$  = efeito de idade;  $i$  (1 = 8-9 meses e 2 = 11-12 meses) e  $e_{ij}$  = Erro experimental, utilizando o peso de abate como covariável.

A seguir, os dados foram submetidos à análise multivariada de ordenação por coordenadas principais. Para melhor visualização dos resultados observados utilizou-se a opção “biplot” que permite plotar em um mesmo diagrama de ordenação as unidades amostrais e as variáveis mais correlacionadas com os eixos de ordenação. Os dados foram transformados vetorialmente pela normalização e centralização.

## Resultados e Discussão

O pH 48 h do músculo *Longissimus dorsi* foi superior para os cabritos do lote 2, abatidos aos 8-9 meses de idade e durante o verão (Tabela 1). Isso se deve possivelmente ao maior grau de estresse dos animais mais jovens no momento do abate, os quais apresentaram as características de comportamento típicas da espécie frente ao estresse (PRICE e THOS, 1980). Com isso, pode ter ocorrido maior gasto de glicogênio muscular

e, conseqüentemente, maior pH final da carne. Devine; Chrystall e Davey (1993), trabalhando com ovinos induzidos a diferentes níveis de estresse, verificaram que o pH final da carne aumentou junto com o nível de estresse dos animais. Assim como Kannan et al. (2003), observaram que 2 horas de transporte antes do sacrifício foi suficiente para gerar estresse causando glicogenólise no *Longíssimus dorsi* de caprinos jovens, mas não nos caprinos mais velhos estudados. O maior grau de estresse no momento do abate dos animais mais jovens deve-se, provavelmente, ao fato de que esses animais ainda estavam em fase de dependência de suas mães, diferindo dos de 11-12 meses, que nessa idade já estão em processo de desmame e são menos dependentes (MIRANDA DE LAMA e MATTIELLO, 2010), concordando com os resultados encontrados por Dhanda; Taylor e Murray (2003); Silva Sobrinho et al. (2005) e Lemes et al. (2011), onde o pH diminuiu com o avanço da idade de abate.

Em relação à estação do ano, os resultados estão de acordo com os de Kadim et al. (2006) e Kadim et al. (2008), os quais relataram que cordeiros transportados no verão, apresentaram pH da carne mais elevado. Apesar de alto, os valores de pH deste estudo são semelhantes a alguns trabalhos encontrados na literatura para carne de caprino (HOGG et al., 1992; MADRUGA; ARRUDA e NASCIMENTO, 1999; KANNAN et al., 2003; GAVIRAGHI et al., 2007; GUZMÁN et al., 2008; WATTANACHANT; SORNPRASITT e POLPARA, 2008).

Não foram encontradas diferenças nos valores de capacidade de retenção de água (Tabela 1), em consonância com os resultados encontrados por Arguello et al. (2005), e Silva Sobrinho et al. (2005), os quais não encontraram efeito da idade sobre a capacidade de retenção de água. Monte; Selaive-Villarroe e Garruti (2007), trabalhando com caprinos de diferentes genótipos, encontraram valores de capacidade de retenção de 28,20%. Os resultados superiores encontrados nesse estudo podem estar relacionados ao maior pH obtido, já que as variações de capacidade de retenção de água estão relacionadas à velocidade de redução do pH durante o *rigor mortis* e com seu valor final; quanto maior, maior será a capacidade de reter água (LAWRIE, 2005).

A força de cisalhamento foi superior para os animais do lote 1 (Tabela 1). Dhanda; Taylor e Murray (2003) e Menezes et al. (2009) encontraram valores semelhantes para caprinos

de diferentes genótipos. Diferenças de força de cisalhamento estão relacionadas à idade do animal, dentre outros fatores, nas quais animais mais velhos apresentam carnes com maior resistência ao corte (DHANDA; TAYLOR e MURRAY (2003). Segundo Webb; Casey e Simela (2005), bifes de lombos de caprinos com força de cisalhamento superior a 4,9 kg não são aceitáveis pelos consumidores. No entanto, cabe salientar que níveis de aceitação de maciez estão muito dependentes de preferências regionais dos consumidores.

Apesar da força de cisalhamento estar relacionada ao pH final da carne e esse ter sido superior à maioria dos trabalhos encontrados na literatura, os valores de força de cisalhamento foram inferiores aos encontrados por outros autores em carne de caprinos (JOHNSON et al., 1995 ; KADIM et al, 2003; SEN; SANTRA e KARIM, 2004; KADIM et al, 2006; BULENT et al., 2010).

Os caprinos do lote 2 apresentaram um menor índice de luminosidade ( $L^*$ ), uma maior intensidade de vermelho  $a^*$ , e uma maior saturação da cor da carne (Croma) indicando uma coloração mais escura na carne. Já o valor do *angle Hue*, encontrado para o lote 2, foi extremamente baixo quando comparado à literatura (DHANDA et al. 1999, DHANDA; TAYLOR e MURRAY, 2003), indicando que a tonalidade da cor da carne era muito próxima de vermelho puro (Tabela 1). Sañudo (2008), trabalhando com quatro genótipos de caprinos, encontrou valores de  $L^*$  entre 49,15 a 55,14. Os animais abatidos aos 11-12 meses apresentaram um maior índice  $b^*$ , o que poderia indicar uma maior concentração de carotenoides, entre outros pigmentos de coloração amarela. No entanto, os resultados diferem dos encontrados por outros autores (KANNAN et al. 2003; SANTOS; SILVA e AZEVEDO, 2008), os quais verificaram que os animais mais velhos ou com maiores pesos apresentaram cor mais intensa, já que a concentração do pigmento mioglobina no músculo *Longíssimus* de caprinos se incrementa com a idade. Contudo alguns estudos indicam que o estresse provoca carne com coloração mais escura (KLONT et al., 1999; KADIM et al., 2006; KLONT et al., 2000).

No presente trabalho, o pH mais elevado dos animais mais jovens pode ter ocasionado a maior intensidade da coloração muscular, e a diferença de idade pode não ter sido suficiente para causar uma coloração mais intensa nos animais de maior idade.

A Figura 1 representa a projeção dos dados de qualidade de carne. São formados dois grupos com os lotes de abate no plano definido pelos dois componentes principais, mostrando que a ordenação explicou nos dois primeiros eixos, 80% da variação total dos dados.

A projeção dos dados mostra que o pH final (48 horas) aumentou com a diminuição da idade de abate, assim como o índice de vermelho ( $a^*$ ), ao contrário das variáveis índice de Luminosidade (L), índice de amarelo ( $b^*$ ) e força, que aumentam com a idade de abate. Valores elevados de pH resultaram em carnes com coloração vermelho escuro, observados no valor de  $L^*$  e  $a^*$  bastante peculiares e com capacidade de retenção elevada. Os resultados obtidos para os animais abatidos aos 8-9 meses na estação do verão (pH e cor da carne) poderiam ser indicativos de um início de processo de carne DFD (*dark, firm and dry*).

Os resultados da intensidade dos atributos sensoriais estão apresentados na Figura 2.

As maiores ( $p < 0,001$ ) intensidades de odor característico foram apresentadas pelos cabritos do lote 1 (3,3), embora essa diferença, na escala sensorial seja muita próxima, já que os animais de ambos os lotes apresentaram intensidade de odor entre “ligeiramente” e “regular”. Já em relação ao sabor característico, ambos os tratamentos apresentaram intensidade “regular”. Do mesmo modo que animais mais velhos obtiveram as maiores intensidades de odor e sabor a sangue, e odor e sabor a gordura, mesmo sendo valores muito baixos na escala sensorial utilizada, representados pelo termo “ligeiramente” (menor que 2,0). Os resultados estão de acordo aos encontrados por Madruga et al. (2002), os quais trabalhando com animais de 4 idades diferentes, verificaram uma tendência de aumento do sabor característico com a idade de sacrifício, já que a menor pontuação foi detectada em caprinos abatidos com 175 dias. Segundo, Herz e Chang (1970), Madruga; Arruda e Nascimento (1999), Madruga et al. (2002), Mottram (1994), Webb; Casey e Simela (2005), aroma e o sabor das carnes em geral aumentam com a idade dos animais.

Cabe ressaltar que os valores de odor à gordura, apesar de intensidade baixa, estão maiores nos animais mais velhos da mesma maneira que o odor característico à espécie, já que a intensidade de odor da carne deve-se a influência do conteúdo e da composição da gordura depositada (ROTA et al., 2004).

Em relação à textura, os julgadores encontraram maiores ( $p < 0,001$ ) valores para dureza (3,2; 1,0) mastigabilidade (4,1; 2,5) e fibrosidade (1,5; 1,2) na carne de animais de maior idade. Resultados semelhantes aos encontrados por Carlucci et al. (1998), Dhanda et al. (1999), Madruga et al. (2002) e Dhanda; Taylor e Murray (2003). A redução da maciez com o avanço da idade pode ser explicada devido ao fato que a dureza é aumentada pela presença das pontes cruzadas que estabilizam as moléculas de colágeno (HEDRICK et al., 1994). Segundo Sañudo (2002), valores crescentes ou decrescentes na maciez da carne podem ser encontrados em animais mais jovens, em função da interação de diversos fatores, entre eles a deposição de gordura intramuscular. A gordura de marmoreio tende a diluir o tecido conjuntivo dos elementos da fibra muscular na qual está depositada, proporcionando maior maciez, fato que foi observado com os resultados obtidos na análise instrumental da maciez pelo método Warner Bratzler.

Para o atributo suculência (Figura 2) não foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras dos lotes de cabritos estudados (5,3 e 5,2, respectivamente para lote 1 e 2). A suculência está diretamente relacionada à gordura intramuscular e o teor de umidade da carne (CROSS; DURLAND e SEIDMAN, 1986). O efeito da idade sobre a suculência não está bem claro. Schönfeldt et al. (1993) verificaram que a carne de cabrito de 10-25 kg carcaça foi mais suculenta que a carne 15-30 kg carcaça, enquanto Pike; Smith e Carpenter (1973) e Smith; Carpenter e Shelton (1978) encontraram a carne de cabritos mais velhos como a mais suculenta e saborosa.

Já para o atributo residual à textura foram encontradas diferenças ( $p < 0,05$ ), indicando que os julgadores perceberam maior quantidade de fibras durante a mastigação da carne de animais do lote 1. Para residual a sabor os julgadores detectaram ligeiro recobrimento do sabor à carne na boca após a deglutição, não havendo diferença entre os tratamentos, concordando com Villaroel; Maria e Sañudo (2003) que também não encontraram diferença no atributo residual a sabor carne.

Na avaliação global das amostras os valores foram superiores para os cabritos do lote 2, os quais obtiveram respostas representadas pelo termo “bom” (7,0) e os animais do lote 1 com respostas entre “regular” e “bom” (5,7), concordando com os resultados encontrados por

Madruça et al. (2002), onde as melhores avaliações globais foram para os animais mais jovens.

A maior pontuação na avaliação global dos animais sacrificados com menor idade provavelmente foi determinada pela maior maciez da carne. Estudos sobre aceitação de consumidores indicam que a maciez da carne é frequentemente o atributo mais importante na satisfação geral do consumidor (LAWRIE, 2005).

### Conclusões

A produção de carne caprina em duas épocas (abates inverno e verão) apresenta qualidades semelhantes, e ambas com atributos sensoriais aceitos pelo consumidor. Animais abatidos no sistema tradicional da região (11-12 meses) apresentam dureza, odor e sabores ligeiramente mais acentuados. No entanto, poderiam fazer parte de uma mesma Marca de Qualidade da carne de animais abatidos mais jovens (6-8 meses), já que as diferenças não são expressivas e podem ser agrupados em um mesmo padrão de qualidade.

Assim, a utilização de dois ciclos de produção, além de fidelizar o consumidor com um produto de qualidade, proporcionará maior oferta, contribuindo para o aumento do retorno financeiro ao produtor da região das Palmas.

### Agradecimentos

Aos órgãos de fomento, pesquisa e ensino pelo financiamento e apoio (CNPq, CAPES, EMBRAPA - Pecuária Sul, PPGZ e UFPel). Aos pecuaristas familiares do Território do Alto Camaquã e ao Grupo de Ovinos (GOVI) da UFPel, pelo capital humano empreendido na realização deste trabalho.

### Referências

AHUYA, C. O et al. Development challenges and opportunities in the goat industry: the Kenyan experience. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 60, p. 197-206, 2005.

ALEXANDRE, G.; MANDONNET, N. Goat meat production under harsh environment. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 60, p. 53-66, 2005.

ARGUELLO, A. et al. Effects of diet and live weight at slaughter on kid meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 173-179, 2005.

BORBA, M.; TRINDADE, J. P. P. Desafios para conservação e a valorização da pecuária sustentável. In: PILLAR, V. de P. et al. (Ed). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 391-403.

BOYAZOGLU, J.; HATZIMINAOGLOU, I.; MORAND-FEHR, P. The role of the goat in society: past, present and perspectives for the future. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.60, p. 13-23, 2005.

BULENT, E. et al. Carcass measurements and meat quality characteristics of dairy suckling kids compared to an indigenous genotype. **Meat Science**, Barking, v. 85, p. 245-249, 2010.

CARLUCCI, A. et al. Sensory evaluation of young goat meat. **Meat Science**, Barking, v. 50, p. 131-136, 1998.

CROSS, H. R.; DURLAND, P. R.; SEIDMAN, S.C. Sensory qualities of meat. In: BECHTEL, P. J. (Ed.). **Muscle as Food. Food Science and Technology Series**, New York, p. 279-320, 1986.

DEVINE, C. E.; CHRYSTALL, B. B.; DAVEY, C.L. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, Barking, v. 35, n. 1, p. 63-77, 1993.

DHANDA, J. S. et al. The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 2. Meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 52, p. 363-367, 1999.

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G.; MURRAY, P. J. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 50, p. 57-66, 2003. Part 1.

GAVIRAGHI, A. et al. Evaluation of the Violino-producing aptitude in does e chevon: slaughter performance and meat quality. **Italian Journal Animal Science**, Pavia, v. 6, p. 619-621, 2007. (Suppl. 1)

- GUZMÁN, J. L. et al. Efecto del sexo sobre la calidad de la canal y la carne de cabritos lechales de raza Blanca Andaluza en sistema de explotación convencional. In: JORNADAS CIENTÍFICAS, 33., y INTERNACIONALES DA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA, 12., Almería, 2008. **Anais...** Almería, España, 2008.
- HEDRICK, H. B. et al. **Principles of meat science**. 3th. ed. Iowa: Kendall and Hunt, 1994.
- HERZ, K. O.; CHANG, S. S. Meat Flavor Adv. **Food Research**, Chicago v.18, p.1-83, 1970.
- HOGG, B.W. et al. Carcass and meat quality attributes off commercial goats in New Zealand. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 8, p. 243-256, 1992.
- ÍÑIGUEZ, L. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West India, Central Asia and the inter-Andean valleys. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, p. 137-144, 2004.
- JOHNSON, D. D. et al. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 17, p. 57-63, 1995.
- KADIM, I. T. et al. An evaluation of the growth, carcass and meat quality characteristics of Omani goat breeds. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 203-210, 2003.
- \_\_\_\_\_. Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 626-634. 2006.
- \_\_\_\_\_. The influence of seasonal temperatures on meat quality characteristics of hot-boned, *m. psoas major and minor*, from goats and sheep. **Meat Science**, Barking, v. 80, p. 210-215, 2008.
- KANNAN, G. et al. Endocrine, blood metabolite, and meat quality changes in goats as influenced by shortterm, preslaughter stress. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1499-1507, 2003.
- KLONT, R. E. et al. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of carcasses in relation to breed, blood hemoglobin content, and carcass characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 53, p. 195-202, 1999.
- \_\_\_\_\_. Effects of rate pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1845-1851, 2000.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.
- LEMES, J. S. et al. Estudio comparativo de la calidad dos productos caprinos locales frente a sus posibles competidores In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA, 36., 2011, San Sebastián. **Anais...**San Sebastián: SEOC, 2011.
- MACDOUGAL, D. B. Colour meat. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T. R. (Ed.) **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products: advances in meat research series**. London: Blackie Academic & Professional, v. 9, 1994. cap. 3, p.79-93.
- MADRUGA, M. S.; ARRUDA, S. G. B.; NASCIMENTO, J. A. Castration and slaughter age effects on nutritive value of the “mestiço” goat meat. **Meat Science**, Barking, v. 52, p. 119-125, 1999.
- MADRUGA, M. S. et al. Influência da idade de abate e da castração nas qualidades físico-químicas, sensoriais e aromáticas da carne caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1562-1570, 2002. Suplemento
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3th. ed. Boca Raton: CRC Press, 1999.
- MENEZES, J. J. L. et al. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1769-1778, 2009.
- MIRANDA DE LAMA, G. C.; MATTIELLO, S. The importance of social behaviour for goat welfare in livestock. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 90, p. 1-10, 2010.

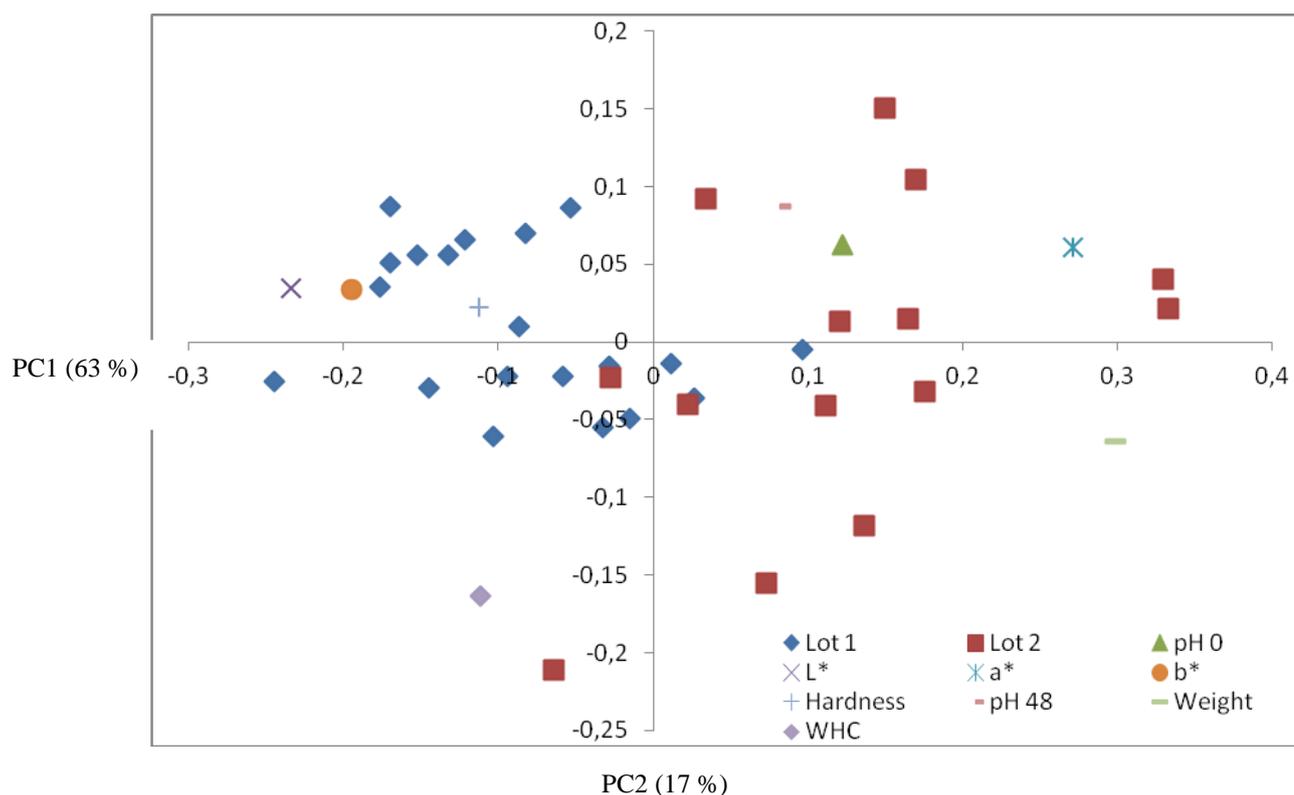
- MONTE, A. L. S.; SELAIVE-VILLARROE, A. B.; GARRUTI, D. S. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 233-238, 2007.
- MOTTRAM, D. S. **Understanding natural favours**. Blackie, Glasgow: J. R. Piggott & A. Patterson, 1994. p. 140
- OLIVEIRA, R. M. et al. Características in vivo e componentes corporais de cabritos naturalizados do Alto Camaquã, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 233, p. 1-12, 2012.
- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina: técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 2005. 82p.
- PIKE, M. I.; SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L. Palatability ratings for meat from goats and other meat animal species. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 37, n. 269, 1973. (Abstract 159).
- PRICE, E. O.; THOS, J. Behavioural responses to short-term social isolation in sheep and goats. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 6, p. 331-339, 1980.
- RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Selbach, 1956.
- ROTA, E. L. et al. Efeito do cruzamento de carneiros da raça Texel com ovelhas da raça Corriedale e Ideal sobre a qualidade da carne. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 10, p. 487-491, 2004.
- SANTOS, V. A. C.; SILVA, S. R.; AZEVEDO, J. M. T. Carcass composition and meat quality of equally mature kids and lambs. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 1943-1950, 2008.
- SAÑUDO, C. Factors affecting carcass and meat quality in lambs. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. 15p. 1 CDROM.
- SAÑUDO, C. A. Qualidade da carcaça e da carne ovina e caprina em face ao desenvolvimento da percepção do consumidor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, p. 143-160, 2008.
- SCHÖNFELDT, H. C. et al. Cooking and juiciness related quality characteristics of goat and sheep meat. **Meat Science**, Barking, v.34, p. 381-394, 1993.
- SEN, A. R.; SANTRA, A.; KARIM, S. A. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 757-763, 2004.
- SIERRA, I. **Producción de cordero joven y pesado en la Raza Aragonesa**. Zaragoza: I.E.P.G.E, n. 18, 1973.
- SILVA SOBRINHO, A.G.S. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e de idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, p. 1070-1078, 2005.
- SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L.; SHELTON, M. Effects of age and quality level on the palatability of goat meat. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 46, p. 1229-1235, 1978.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. **Food Technology**, Chicago, v. 52, p. 48-52, 1998.
- VILLAROEL, M.; MARIA, G. A.; SAÑUDO, C. Effect of transport time on sensorial aspects beef meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 63, p. 353-357, 2003.
- WARRISS, P. D. **Ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia. 2003. 309 p.
- WATTANACHANT, S.; SORNPRASITT, T.; POLPARA, Y. Quality characteristics of raw and canned goat meat in water, brine, oil and Thai curry during storage. **Songklanakarín Journal Science Technology**, Songkhla, v. 30, p. 41-50, 2008. (Suppl.1)
- WEBB, E.C.; CASEY, N. H.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 60, p. 153-166, 2005.

**Tabela 1 - Médias e erros-padrão de pH, capacidade de retenção de água (CRA), dureza e características de cor da carne de cabritos.**

Medida	Lote 1	Lote 2
pH (48h)	6,1 ± 0,04 <sup>b</sup>	6,3 ± 0,04 <sup>a</sup>
CRA (%)	14,2 ± 0,63 <sup>a</sup>	13,3 ± 0,76 <sup>a</sup>
Dureza (Kgf cm <sup>-2</sup> )	4,7 ± 0,20 <sup>b</sup>	3,0 ± 0,24 <sup>a</sup>
L*	41,7 ± 0,59 <sup>b</sup>	35,6 ± 0,70 <sup>a</sup>
a*	15,4 ± 0,34 <sup>b</sup>	17,6 ± 0,40 <sup>a</sup>
b*	4,2 ± 0,43 <sup>b</sup>	1,5 ± 0,52 <sup>a</sup>
Croma	15,9 ± 0,36 <sup>a</sup>	17,9 ± 0,43 <sup>b</sup>
Hue	15,2 ± 1,39 <sup>b</sup>	4,9 ± 1,66 <sup>a</sup>

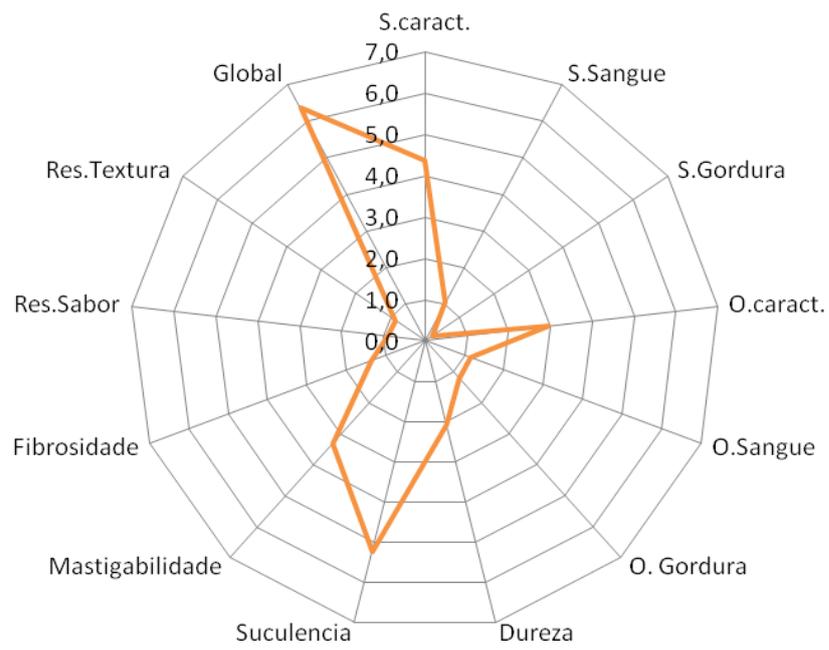
Lote 1: animais abatidos com 11-12 meses, Lote 2: animais abatidos com 8-9 meses, pH 0 = pH medido no momento do abate, pH 48 = pH medido 48 horas após o abate, L\* = luminosidade, a\* = intensidade de vermelho, b\* = intensidade de amarelo, CRA = capacidade de retenção de água, Dureza = Kgf cm<sup>-2</sup>.

Letras diferentes na mesma linha, para cada medida instrumental, indicam diferenças significativas (P<0,05), pelo teste F.



**Figura 1 - Projeção dos dados de qualidade da carne no plano definido pelos dois primeiros componentes principais (PCs).**

**Lote 1: animais abatidos com 11-12 meses; Lote 2: animais abatidos com 8-9 meses; pH 0 = pH medido no momento do abate; pH 48 = pH medido 48 horas após o abate; L\* = luminosidade, a\* = intensidade de vermelho; b\* = intensidade de amarelo; CRA = capacidade de retenção de água; Dureza = Kgf cm<sup>-2</sup>.**



**Figura 2 - Atributos sensoriais da carne de caprinos.**  
 \*Escala não-estruturada de 9 cm (1= menor intensidade; 9= maior intensidade).

# Caracterização da cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul, Brasil<sup>1</sup>

Maria Eugênia Andrighetto Canozzi<sup>2</sup>, Júlio Otávio Jardim Barcellos<sup>3</sup>, Fernanda Scharnberg Brandão<sup>4</sup>, Matheus Dhein Dill<sup>5</sup>, Elísio Camargo de Bortoli<sup>6</sup>, Jean Carlos dos Reis Soares<sup>7</sup>, João Armando Dessimon Machado<sup>8</sup>

**Resumo** - Este estudo objetivou analisar e caracterizar a cadeia produtiva da carne ovina do estado do Rio Grande do Sul, através de entrevistas semiestruturadas com agentes considerados *experts* na atividade, comparando suas opiniões sobre mercado, comercialização, perfil dos consumidores, percepções sobre o produto, *marketing*, diferenciação e perspectivas futuras. Os resultados demonstraram certa desestruturação organizacional da cadeia produtiva, decorrente da dificuldade no fluxo de informações entre os agentes e os elos produtivos. Entretanto, o mercado apresenta potencial de crescimento, principalmente se as ações estiverem direcionadas à diferenciação e à agregação de valor, com foco em mercados específicos, *marketing* responsável e coordenação dos processos produtivos.

**Palavras-chave:** Agronegócio. Consumidor. Ovino.

## Characterization of sheep meat production chain in Rio Grande do Sul, Brazil

**Abstract** - This study aimed to examine and characterize the sheep meat chain in Rio Grande do Sul, Brazil, through semi-structured interviews with agents considered experts in the activity, comparing their views on the market, consumer perceptions, *marketing*, differentiation and future prospects. The results showed some disruption of the organizational chain, due to the difficulty for information flow between agents and productive linkages. However, the market has growth potential, especially directing actions to differentiate and add value, focus on specific markets, responsible *marketing* and coordination of production processes.

**Key words:** Agribusiness. Consumer. Sheep.

<sup>1</sup> Manuscrito recebido em 11/03/2013 e aceito para publicação em 24/03/2014.

<sup>2</sup> Méd. Vet., Doutoranda em Zootecnia, PPG Zootecnia – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: mecanozzi@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Méd. Vet., D.Sc., Prof. Associado PPG Zootecnia – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: julio.barcellos@ufrgs.br. Pesquisador CNPq.

<sup>4</sup> Méd. Vet., Doutoranda em Agronegócios, CEPAN – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: ferbran@terra.com.br.

<sup>5</sup> Méd. Vet., D.Sc. em Agronegócios, CEPAN – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: matheusdill@hotmail.com.

<sup>6</sup> Méd. Vet., M.Sc. em Agronegócios. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Sertão. Rodovia RS 235, Km 25, Distrito Eng. Luiz Englert, 99.170-000, Sertão, RS, Brasil. E-mail: debortoli@sertao.ifrs.edu.br.

<sup>7</sup> Méd. Vet., M.Sc. em Zootecnia, PPG Zootecnia – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: soaresjean@hotmail.com.

<sup>8</sup> Méd. Vet., D.Sc., Prof. Associado CEPAN – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7.712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: joao.dessimon@ufrgs.br.

## Introdução

A ovinocultura é considerada uma das principais atividades pecuárias no Rio Grande do Sul, com a produção de raças laníferas e mistas, sendo a expansão decorrente da valorização da lã, especialmente, no século passado. Contudo, a atividade perdeu competitividade no mercado internacional devido à entrada de materiais sintéticos na indústria têxtil, fazendo com que muitos produtores abandonassem a atividade, desestruturando a cadeia produtiva (VIANA e SILVEIRA, 2009; VIANA, REVILLION e SILVEIRA, 2013).

Atualmente, os principais problemas enfrentados pela ovinocultura estão relacionados com conflitos entre produtor rural e frigoríficos, abate de animais de descarte, baixa oferta do produto nas gôndolas dos supermercados e elevado preço da carne (PEREIRA NETO, 2004; FIRETTI et al. 2010). Além disso, estima-se que 90% da carne ovina consumida no país seja provenientes do mercado informal (SÓRIO e RASI, 2010).

Embora a atividade tenha enfrentado dificuldades nas últimas décadas, o aumento do poder aquisitivo da população e o incremento do abate de animais jovens trouxeram novas perspectivas para a ovinocultura. A carne ovina começou a ser mais apreciada, tornando-se o principal produto da atividade (VIANA, WAQUIL e SPHOR, 2010; ÁVILA et al., 2013; VIANA, REVILLION e SILVEIRA, 2013).

A produção de carne ovina no Rio Grande do Sul, entretanto, é insuficiente para atender à demanda do estado, sendo necessária a importação do produto, especialmente do Uruguai (COSTA, 2007; VIANA e SILVEIRA, 2009), fato que demonstra a existência de um mercado promissor para os agentes que compõem a cadeia produtiva. Em decorrência da importância econômica e social, a ovinocultura tem despertado maior atenção de governantes, técnicos e produtores, devido a mudanças significativas, como: intensificação da pesquisa voltada para produção de animais e beneficiamento de produtos, crescimento do nível organizacional dos produtores, aumento da inovação tecnológica, maior atuação dos agentes financeiros para facilitar o acesso ao crédito e aumento da demanda por produtos de melhor qualidade (CARVALHO, 2006). Entretanto, o processo de crescimento da produção de ovinos precisa ser acompanhado por melhorias técnicas

e gerenciais (KOUTROUMANIDIS et al., 2010), visando maior coordenação entre os agentes envolvidos.

Diante desse contexto, o trabalho objetivou caracterizar e analisar a cadeia produtiva de carne ovina do Rio Grande do Sul, a partir da visão de agentes *experts*, abrangendo aspectos de mercado, comercialização, perfil dos consumidores, percepções sobre o produto, *marketing*, diferenciação e perspectivas futuras.

## Material e Métodos

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, com o propósito de identificar os principais entraves encontrados na cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul. Conforme Montigaud (1991), cadeia produtiva é um conjunto de atividades estreitamente interligadas (comercialização, industrialização e produção). Esse conceito serve como instrumento de descrição técnico-econômica, que possibilita evidenciar as capacidades produtivas, a natureza dos produtos finais, as estruturas de mercado e os tipos de ligações que se estabelecem entre os agentes.

Uma vez definido o termo cadeia produtiva, as informações da revisão bibliográfica foram utilizadas na elaboração do questionário semiestruturado, além de servirem como suporte para discutir e complementar as informações obtidas nas entrevistas com os *experts*. A metodologia utilizada nesse estudo é semelhante à pesquisa efetuada por Viana e Silveira (2009).

Com o auxílio de um questionário foram entrevistados 14 *experts* da ovinocultura do Rio Grande do Sul, por meio da utilização de amostragem não probabilística, escolhida por conveniência e julgamento do pesquisador. Os entrevistados foram três ovinocultores, dois médicos veterinários atuantes na produção de ovinos, cinco profissionais de instituições fomentadoras do setor e quatro representantes entre os setores de processamento, distribuição e varejo.

O instrumento de coleta utilizado permitiu que os questionamentos iniciais orientassem o surgimento de novas perguntas, configurando um diálogo entre entrevistado e entrevistador. Conforme Malhotra (2006), os procedimentos adotados são flexíveis e versáteis. Esse tipo de entrevista, também classificada como entrevista em profundidade, deve ser aplicada de forma direta, pessoal e individual. Além disso, é difícil manter o fraseado específico e a ordem na

formulação das perguntas em uma entrevista em profundidade, pois as respostas influenciam diretamente os questionamentos. Esse tipo de entrevista, apesar de levar mais tempo para exposição das ideias, permite um maior aprofundamento do tema (MATTAR, 1999).

O protocolo de entrevista foi composto por seis perguntas-tema referentes à caracterização da cadeia produtiva, mecanismos de comercialização, comercialização informal, perfil do consumidor, estratégias de *marketing* para a carne ovina e perspectivas futuras da atividade, permitindo, assim, obter opiniões sobre os principais elementos relevantes para a cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul. Após sua realização, as respostas foram transcritas *ipsis litteris*, sendo que a análise do conteúdo permitiu verificar as variáveis que se destacavam e compilar as opiniões semelhantes em planilhas eletrônicas.

## Resultados e Discussão

Para a maioria dos entrevistados, a cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul é complexa e desorganizada, sendo escassas as informações inerentes aos sistemas produtivos e ao mercado (Figura 1). Esse resultado está de acordo com o relatado de Viana; Revillion e Silveira (2013), que evidenciaram a presença de uma cadeia produtiva desestruturada e heterogênea, e concluíram que a organização da atividade depende do delineamento de estratégias objetivas que visem à criação de valor aos produtos. Esses fatores, aliados à competição com os preços de carne ovina importada, são os principais limitantes mercadológicos para o desenvolvimento do setor (VIANA, WAQUIL e SPOHR, 2010).

De acordo com os entrevistados, os sistemas produtivos continuam apresentando índices produtivos baixos, não atingindo volumes significativos, acarretando em altos custos de produção e baixa eficiência econômica. As possíveis causas mencionadas foram a falta de gerenciamento da atividade, a escassez de mão de obra capacitada, a falta de profissionalização e a assimetria de informação entre os agentes envolvidos nas transações comerciais. Conforme Costa (2007), os acordos comerciais entre produtores e indústria permitem minimizar os custos de transação e reduzir as incertezas inerentes à comercialização.

Nesse sentido, a coordenação via contratos é imprescindível para o desenvolvimento

econômico da atividade, uma vez que foi observado que produtores e indústria, em algumas situações, agem de maneira oportunista. Além disso, inexistente um agente coordenador que determine as condições ideais de produção e comercialização. Contudo, alguns produtores estão buscando se organizar em grupos, valorizando e efetivando contratos com a indústria e, assim, profissionalizando e melhor gerenciando a atividade. De acordo com Viana; Dorneles e Moraes (2013), no período de 2000 a 2011, ocorreu uma tendência ascendente na oferta de carne ovina inspecionada no estado que, possivelmente, foi impulsionada pelo fortalecimento das relações entre produtores e frigoríficos.

Os representantes do setor de abate mencionaram que os altos custos operacionais e a falta de abatedouros específicos são dificuldades que prejudicam a eficiência econômica da atividade. Ademais, existe uma irregularidade na oferta de ovinos, que acabaram por prejudicar a comercialização da carne.

Tradicionalmente, o abate de ovinos no Rio Grande do Sul concentra-se nos meses de novembro, dezembro e janeiro, coincidindo com o período de maior demanda. Por outro lado, a oferta de carne ovina diminui nos meses de maio, junho e julho, sendo necessário importar carne do Uruguai para suprir a demanda interna. Esta sazonalidade está diretamente relacionada com o sistema de produção, limitando a disponibilidade do produto ao consumidor (VIANA, DORNELES e MORAES, 2013), consequência da fragilidade organizacional da cadeia produtiva de carne ovina do estado. Desse modo, os programas governamentais de fomento à ovinocultura, em conjunto com os produtores e frigoríficos, devem desenvolver ações com o objetivo de produzir e comercializar regularmente a carne ovina durante todo o ano.

Foi destacado que o segmento varejista está direcionando, principalmente, aos nichos de mercado localizados em regiões metropolitanas, sendo pontual a relação entre os elos produtivos e, quando existe, é eminentemente comercial. Conforme Eaton e Eaton (1998), os nichos de mercado são normalmente ocupados por produtos diferenciados e devem satisfazer determinadas necessidades, tornando-se uma importante estratégia de comercialização.

Nesse sentido, foi evidenciado que os consumidores e suas percepções perante a carne ovina estão fortemente atrelados aos apelos culturais. Contudo, a sazonalidade da oferta

dificulta a fidelização do processo de compra. Adicionalmente, o produto tem um público elitizado, considerado pelos entrevistados como possuidor de renda elevada (Figura 2).

O consumidor possui certas insatisfações perante a carne ovina, principalmente em relação à falta de cortes padronizados, excesso de gordura, assim como pela baixa praticidade de preparo. Outro ponto negativo para a imagem da carne ovina é o abate clandestino, a comercialização informal e o abigeato. Conforme Sañudo et al. (2000) requisitos como apresentação do produto, certificação e procedência, preço competitivo, cortes com baixo teor de gordura, macios e com sabor característico são valorizados pelos consumidores e podem ser um diferencial no momento da venda. Ademais, devido à diversidade dos sistemas de produção de cordeiros, as características sensoriais da carne são distintas, em decorrência das composições de ácidos graxos e *flavor* (sabor e odor), podendo também ser uma forma de estratégia na comercialização.

Nesse sentido, o desenvolvimento de estratégias de diferenciação e agregação de valor ao produto, em todos os níveis da cadeia produtiva de carne ovina, devem levar em consideração as expectativas dos consumidores. Os grandes grupos, principalmente frigoríficos e varejistas, os quais agem por influência da demanda, estão desenvolvendo ações promocionais, demonstrando que a carne ovina é merecedora de maior destaque. Por isso, fazer uso de estratégias que auxiliem na estruturação da atividade e a torne competitiva é fundamental para o progresso da ovinocultura. Conforme Viana; Revillion e Silveira (2013), isso é possível pela: i) diferenciação de produto; ii) uso de cortes especiais com embalagens diferenciadas; iii) direcionamento de investimentos para adaptação de plantas frigoríficas ao abate de ovinos e, conseqüentemente, decréscimo do custo operacional; e iv) desenvolvimento da imagem de produto regional com origem definida. Entretanto, existe a necessidade de pesquisas voltadas ao conhecimento de alternativas para a organização das cadeias produtivas relacionadas à ovinocultura, principalmente, no âmbito estadual.

Outro ponto importante é a descomoditização da carne ovina através da agregação de valor ao produto a partir da diferenciação. Da mesma forma, é necessário que a carne ovina esteja regularmente à disposição do consumidor nas gôndolas dos supermercados (Figura 3).

Zylbersztajn e Neves (2000) destacam que a diferenciação pode ser utilizada como estratégia mercadológica, com o objetivo de destacar os atributos do produto ao consumidor, tais como aparência visual, origem, sanidade, sabor, teor de ingredientes, durabilidade e métodos de produção.

Em se tratando de um produto diferenciado, a carne ovina pode ser oferecida em mercados específicos, em que os consumidores estão dispostos a pagar um preço *premium* por cortes especiais. Uma alternativa apontada nesse estudo seria a comercialização via nichos de mercado, podendo propiciar crescimento e estratégias de integração para suprir a demanda. Para tal, a utilização de marcas ou selos de certificação foi apontada por alguns agentes como meio para fidelização dos consumidores no mercado importador de carne ovina brasileira. Aliado a isso, a venda em lojas especializadas também foi considerada como um canal de comercialização alternativo, principalmente no contexto atual, sendo as grandes redes de varejo as principais responsáveis por esse processo. De acordo com Costa (2007), a disputa por consumidores poderá acelerar os processos de inovação, introduzindo novos produtos no mercado e/ou agregando valor a produtos antigos, conduzindo a uma redução no ciclo de vida dos produtos.

No que diz respeito a questões de *marketing*, a ambigüidade pode estar presente na ovinocultura, já que a cadeia produtiva ainda não é capaz de promover o consumo e atender a uma demanda maior que a atual. Para os entrevistados, diferenciar o produto é um procedimento importante e primordial para a construção de estratégias de *marketing* (Figura 4).

Os problemas apontados no mercado da carne ovina concentram-se na ausência de coordenação capaz de determinar condições ideais de compra e venda. A indústria, para garantir a oferta de carne ovina, abate animais inadequados, prejudicando a imagem da empresa e do produto. Esse fator, aliado à falta de hábito do consumidor, à irregularidade da oferta, à má qualidade do produto e à má apresentação comercial do produto oferecido no mercado interno (SEBRAE, 2005), faz com que o consumo seja retraído. Em consonância, Holanda Júnior; Sá e Araújo (2003) afirmam que a má qualidade das carnes é decorrente do abate de animais com idade avançada, inadequado acabamento e baixo nível de higiene nas operações de abate. Ademais, a precariedade da

inspeção sanitária estende-se ao local de venda, colocando em risco a saúde da população.

Outra dificuldade encontrada para a ovinocultura é a ausência de uniformidade na produção e a sazonalidade na oferta do produto (SEBRAE, 2005; SILVEIRA, 2005; VIANA e SILVEIRA, 2009). Como evidenciado anteriormente, existe uma safra tradicional no final do ano, quando o mercado é abastecido com grande quantidade de produtos cárneos. Após, torna-se escasso, sendo a falta do produto suprida pela importação, a qual chega com preços mais competitivos no mercado, já que no Uruguai existe maior escala produtiva. Isso faz com que o produto se torne exótico no Rio Grande do Sul, acarretando em preços de distribuição mais altos, retendo o consumo e evidenciando um reflexo de fragilidade da cadeia produtiva.

Desse modo, destaca-se que a oferta de carne ovina deve ser constante, a fim de promover a atividade. Para isso, ações governamentais de difusão e adoção de tecnologia devem ser priorizadas para otimizar a produção de ovinos. Para Viana; Dorneles e Moraes (2013), o fornecimento de linhas de crédito ao produtor, específicas para a reprodução, nutrição e terminação de cordeiros são fundamentais para diminuir a sazonalidade produtiva.

Na percepção dos entrevistados, o abate e comercialização sem inspeção sanitária foi um dos grandes responsáveis pelo atual estágio da ovinocultura, pois, apesar de garantir o escoamento da produção, o abastecimento urbano ocorre de maneira informal (Figura 5). Entretanto, apesar do abate inspecionado de ovinos no Brasil apresentar tendência de aumento nos últimos anos, a informalidade do setor é preocupante (SÓRIO e RASI, 2010), representando 60% no Rio Grande do Sul (SILVEIRA, 2005). Essa comercialização não fiscalizada pelos órgãos governamentais é compensada pelos preços, os quais são relativamente altos, e pela alta demanda de carne ovina.

De acordo com os dados desse estudo, a carne ovina proveniente do abate e da comercialização informal ocupa alguns nichos de mercado, prejudicando a expansão e a competitividade da cadeia produtiva. Tal atividade pode afetar o mercado de duas formas: nos pequenos centros, interferindo nos preços da carne e de seus substitutos, balizando esses geralmente por baixo; e nos grandes centros, podendo interferir, principalmente, na regularidade da oferta do produto. Portanto, é necessário que sejam

tomadas atitudes para diminuir a informalidade no abate, alavancando o surgimento e/ou manutenção de indústrias em todo o país. Somente com atitudes proativas será possível reverter essa situação atual do setor, melhorando a competitividade e permitindo que a carne ovina se torne, efetivamente, uma importante alternativa de consumo de proteína animal para a população brasileira e com a possibilidade de gerar excedentes para a exportação (SÓRIO e RASI, 2010).

Com relação às perspectivas futuras para a ovinocultura, os entrevistados disseram ser fundamentais mudanças na cadeia produtiva para aumentar a eficiência do setor, as quais passariam pela integração e melhor coordenação entre os agentes da cadeia. Apesar dos produtores e frigoríficos terem uma relação conflituosa nos últimos anos, os desentendimentos estão decrescendo e a relação comercial está sendo otimizada, favorecendo uma futura aproximação com o mercado e o desenvolvimento de estratégias de *marketing* para incentivar o consumo. Nesse sentido, Weise et al. (2013) observam que mesmo não existindo uma relação efetiva entre os setores que compõem a cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul, a relação entre produtores e frigoríficos demonstrou ser favorável para a competitividade da atividade. Entretanto, torna-se necessária a existência de mecanismos de coordenação para promover melhorias organizacionais nessa cadeia produtiva. Concomitantemente, é fundamental conhecer as exigências do mercado, controlar os custos de produção e estabelecer estratégias de comercialização para o sucesso da atividade (SIMPLÍCIO e SIMPLÍCIO, 2007).

Alguns aspectos relevantes que servem como justificativas para a importância atual e futura da ovinocultura no estado estão relacionadas com o potencial socioeconômico da atividade e a presença de recursos naturais favoráveis para a criação ovina. Outro ponto importante é a crescente demanda por carne de qualidade, que se traduz em oportunidades de mercado praticamente inexploradas (SILVEIRA, 2005). Porém, mesmo tendo um expressivo potencial de produção, os resultados demonstraram que a atividade carece de melhorias da produção à comercialização, havendo a necessidade de ajuste de oferta e redução da comercialização informal, além da diferenciação, agregação de valor e promoção da carne.

## Conclusões

A cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul é considerada, pela maioria dos *experts*, como desestruturada. Consequentemente, fica evidente a falta de coordenação entre os agentes envolvidos na atividade, devido à falta de informações, de gerenciamento e de profissionalização da atividade. Esse cenário é decorrente, predominantemente, de fatores relacionados à comercialização, ao abate informal, à falta de padronização do produto e ao oportunismo dos agentes nas negociações. Contudo, o futuro da atividade é promissor, considerando as mudanças nos sistemas produtivos – padronização do rebanho, escala de produção e eficiência produtiva – e diferenciação de produto para alcançar nichos específicos de mercado.

## Referências

- ÁVILA, V.S. et al. O retorno da ovinocultura ao cenário produtivo do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 11, n. 11, p. 2419-2426, 2013.
- CARVALHO, R. B. **Potencialidades dos mercados para os produtos derivados de caprinos e ovinos**. 2006. Disponível em: <<http://www.caprítec.com.br>>. Acesso em: 10 fev. 2012.
- COSTA, N. G. **A cadeia produtiva de carne ovina no Brasil rumo às novas formas de organização da produção**. 2007. 182 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Programa de Pós-Graduação Multi-institucional em Agronegócios. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007.
- EATON, B. C.; EATON, D.F. **Microeconomia**. São Paulo: Saraiva, 1998. 632 p.
- FIRETTI, R. et al. Percepção de consumidores paulistas em relação à carne ovina: análise fatorial por componentes principais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2010.
- HOLANDA JÚNIOR, E.V.; SÁ, J. L.; ARAÚJO, G. G. L. Articulação dos segmentos da cadeia produtiva de caprinos e ovinos: os fluxos alternativos de comercialização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE OVINOS E CAPRINOS, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2003. 1 CD-ROM.
- KOUTROUMANIDIS, T.C. et al. A study of the volatility of the sheep meat production in European Union (EU). **Journal of Food Agriculture & Environment**, Finland, v. 8, n. 2, p. 736-742, 2010.
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 720 p.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 225p.
- MONTIGAUD, J. C. **Lês filières fruits et légumes et la grande distribution: methods d'analyse et resultats**. Montpellier: Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM) / Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 1991.
- PEREIRA NETO, O. **Práticas em ovinocultura: ferramentas para o sucesso**. Porto Alegre: SENAR-RS, 2004. 136 p.
- SAÑUDO, C. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Barking, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Informações de mercado sobre caprinos e ovinos: relatório completo**. São Paulo: SEBRAE, 2005. 73 p.
- SIMPLÍCIO, A. A.; SIMPLÍCIO, K. M. M. G. **Caprinocultura e ovinocultura de corte: desafios e oportunidades**. 2007. Disponível em: <<http://www.caprivilvirtual.com.br>>. Acesso em: 18 set. 2011.
- SILVEIRA, H. S. **Coordenação na cadeia produtiva de ovinocultura: o caso do conselho regulador Herval Premium**. 2005. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SÓRIO, A.; RASI, L. Ovinocultura e abate clandestino: um problema fiscal ou uma solução de mercado? **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 71-83, 2010.

VIANA, J. G. A.; DORNELES, J. P.; MORAES, M. R. E. Oferta da pecuária de corte do Rio Grande do Sul: tendência, sazonalidade e ciclos de produção. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 6-17, 2013.

\_\_\_\_\_; REVILLION, J. P. P.; SILVEIRA, V.C.P. Alternativa de estruturação da cadeia de valor da ovinocultura no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 187-210, 2013.

\_\_\_\_\_; SILVEIRA, V. C. P. Análise econômica da ovinocultura: estudo de caso na Metade Sul do

Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1176-1181, 2009.

\_\_\_\_\_; WAQUIL, P. A.; SPOHR, G. Evolução histórica da ovinocultura no Rio Grande do Sul: comportamento do rebanho ovino e produção de lã de 1980 a 2007. **Revista Extensão Rural**, Santa Maria, v. 17, n. 20, p. 5-26, 2010.

WEISE, A. D. et al. Aspectos direcionadores da competitividade da cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2013, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: ADM-PR, 2013. 1 CD-ROM.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. 428 p.

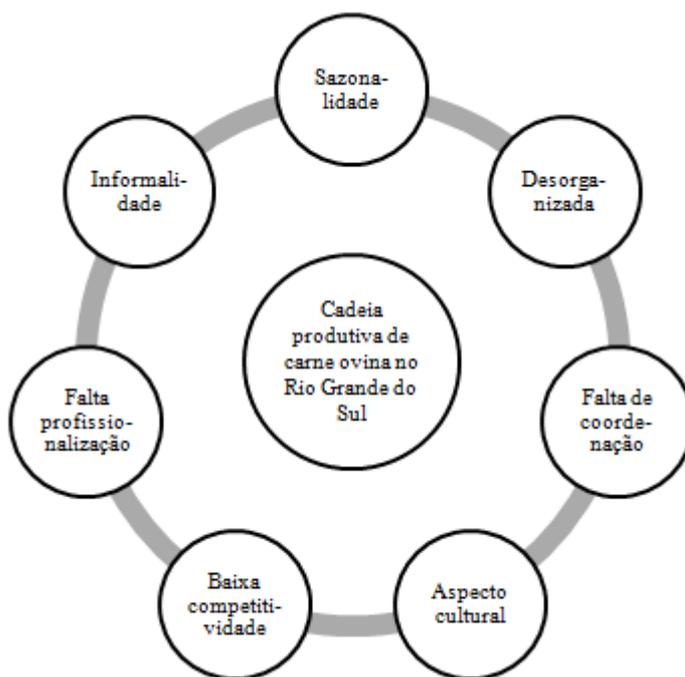
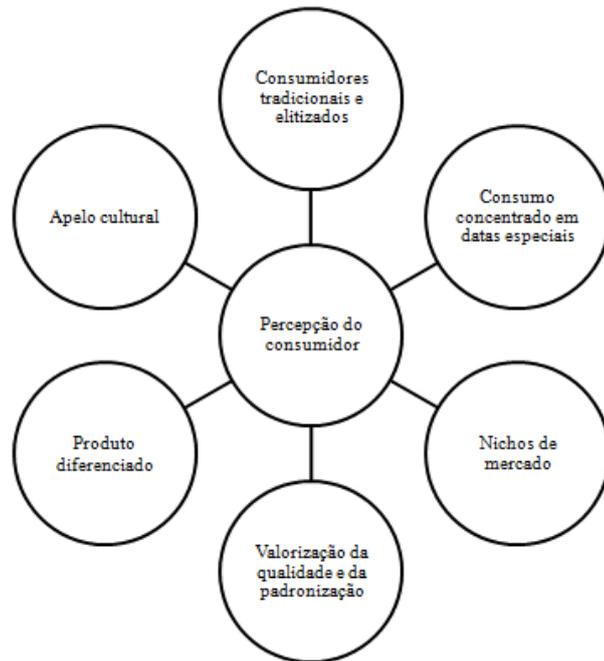
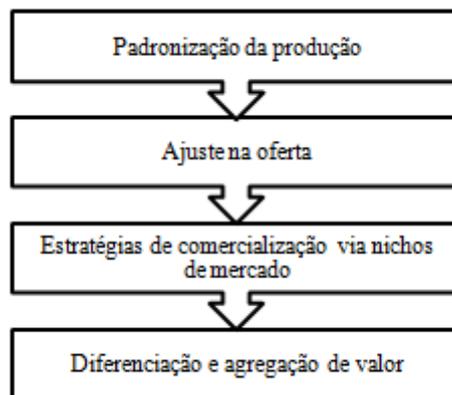


Figura 1 - A cadeia produtiva de carne ovina no Rio Grande do Sul na visão dos entrevistados



**Figura 2 - Perfil do consumidor e percepção sobre o produto na visão dos entrevistados.**



**Figura 3 - Alternativa para o mercado e para a comercialização de carne ovina no RS na visão dos entrevistados.**

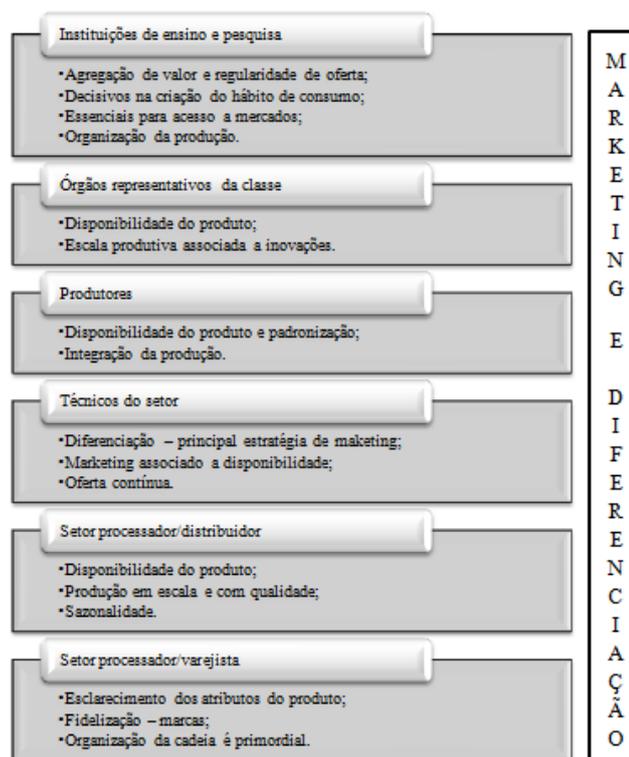


Figura 4 - Marketing e diferenciação da carne ovina na visão dos entrevistados.

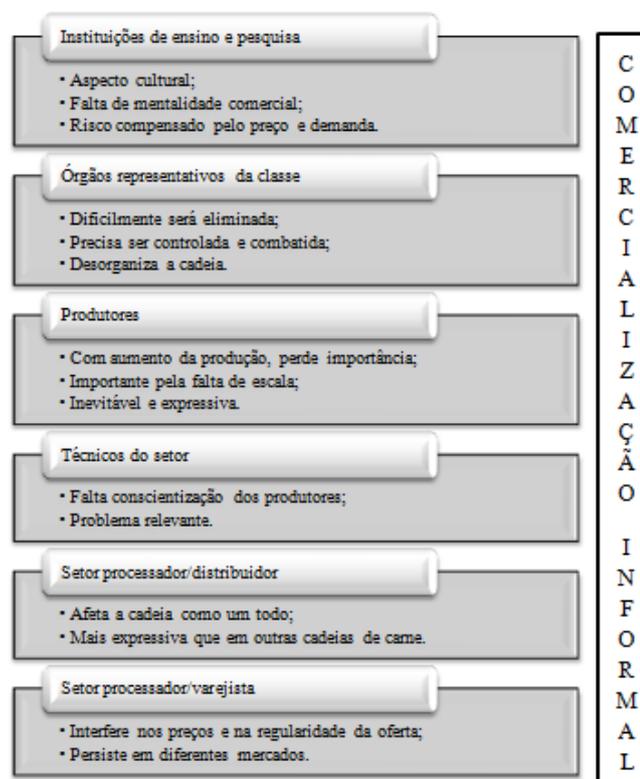


Figura 5 - Comercialização informal na visão dos entrevistados.



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO GRANDE DO SUL**  
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

[www.fepagro.rs.gov.br](http://www.fepagro.rs.gov.br)